Ausbildung und Information

Lehrstoffmappe **Sprechfunk**

Digitalfunk · Nordrhein-Westfalen
Polizei · Feuerwehr · Rettungsdienste · Hilfsorganisationen
für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
Justiz · Kommunale Aufgabenträger · Katastrophenschutz



Vorwort



Die vorliegende Lehrstoffmappe Sprechfunk ist ein gemeinsames Werk der Organisationen der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr des Landes Nordrhein-Westfalen.














Ausgangspunkt dieses deutschlandweit einmaligen Projektes war ein Workshop im Juni 2009 unter Beteiligung der Feuerwehren und der Hilfsorganisationen am Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen. Aus diesem Workshop wurden die Ergebnisse zusammengetragen und unter Mithilfe des Medienzentrums des Ladesfeuerwehrverbandes Nordrhein-Westfalen und der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren Nordrhein-Westfalen, betreut durch das Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, überarbeitet.

Mit dieser Lehrstoffmappe werden die Ausbildungsinhalte des analogen Funks mit denen der zukünftigen Technik des Digitalfunks zusammengefasst. Da die physikalischen Grundlagen der beiden Techniken vergleichbar sind, bot sich eine gemeinsame Lehrstoffmappe an. Es ist abzusehen, dass in den nächsten Jahren die analoge und die digitale Technik parallel genutzt werden. Diese Situation stellt die Ausbilder und die Mitglieder in den Feuerwehren, den Rettungsdiensten und des Katastrophenschutzes in den kommenden Jahren vor eine große Herausforderung. Das Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen stellt sich seiner Verpflichtung gegenüber den engagierten Helfern, diese Aufgabe so leicht wie möglich zu gestalten.

Im Digitalfunk nutzen alle Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben dasselbe Netz, so dass auch eine einheitliche Ausbildung für die Nutzung dieses Netzes organisationsunabhängig notwendig und sinnvoll erscheint.

In der Vergangenheit musste jede Organisation in einem Kreis ihre eigene Infrastruktur im Bereich des Funks betreiben und unterhalten. So wird mehrfach Geld für ein gleiches Funksystem ausgegeben. Bislang hat jede Organisation Zeit und Geld investiert, um eine Ausbildung zu gewährleisten, die thematisch und inhaltlich vergleichbar war.

Der Digitalfunk ist Bündelfunk und Bündelfunk bedeutet Frequenzökonomie. Im Digitalfunk, der jetzt eingeführt wird, ist dies dadurch charakterisiert, dass vier Organisationen gleichzeitig sprechen können. Sie nutzen die gleiche Technik in einem Netz, ohne sich zu beeinflussen. Auch in dieser Lehrstoffmappe spiegelt sich diese Vorgehensweise wider, da die Organisationen zeitgleich mit derselben Technik und denselben Inhalten die Ausbildung betreiben können, unabhängig davon welcher Organisation der Nutzer angehört.

Das Wissen der vielen Kreisausbilder aller Organisationen, die an dem oben genannten Workshop mitgearbeitet haben, ist von großem Wert, der sich in der Lehrstoffmappe wiederfindet. Die Teilnehmer des Workshops haben mit ihren guten Arbeitsergebnissen und der Bereitschaft, neue Wege zu gehen, den Grundstein für diese Lehrstoffmappe gelegt.

Ich freue mich, den Organisationen der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr diese Lehrstoffmappe überreichen zu dürfen und wünsche allen Nutzern viel Erfolg und Spaß bei der Ausbildung, so dass die Handhabung aller Geräte ohne Komplikationen gewährleistet ist.

Düsseldorf, im Januar 2010

Gezeichnet
Karl Peter Brendel, Staatsekretär im Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen

Vorwort der Autoren

Die vorliegende gemeinsame Lehrstoffmappe aller nichtpolizeilichen Organisationen mit Sicherheitsaufgaben ist ein gesammeltes Nachschlagewerk für den zukünftigen Ausbilder. Die Lehrstoffmappe enthält Informationen die vermittelt werden sollen und darüber hinaus Informationen, die für Sie als Hintergrundwissen notwendig sind. Wir haben den Ansatz, dass 1/3 des Inhaltes zur Vermittlung gedacht sind und 2/3 für den Ausbilder als Hintergrundwissen. Die Inhalte gehen in Teilbereichen weit über das notwendige Wissen des Ausbildungsteilnehmers (Endanwender) hinaus. Diese Lehrstoffmappe sollte alleinig beim Ausbilder verbleiben und nicht ausgedruckt an den Lehrgangsteilnehmer als Handreichung gegeben werden. Sie dürfen ohne Änderungen vorzunehmen diese Lehrstoffmappe in PDF für den Eigengebrauch ausdrucken. Wir möchten somit die Ausbilder bestärken ein umfassendes Wissen zu erlangen, um einen interessanten, praxisorientierten Unterricht mit einem positiven Lernerfolg zu erreichen.

Sämtliche für den Ausbildungsteilnehmer **relevanten Lerninhalte** können der separaten **Unterrichtsbegleitmappe** entnommen werden.

Unterrichtsbegleitmappe mit Präsentation

Die separate Unterrichtsbegleitmappe enthält methodische und didaktische Hinweise für die Unterrichtsgestaltung. Zusätzlich werden begleitend zu der beiliegenden Präsentation die für den Unterricht notwendigen Lerninhalte angegeben.

Danksagung:

Die Autoren möchten sich beim Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen für die Unterstützung, der Lektoratsbearbeitung sowie der Präsentation der Lehrstoffmappe auf der PMR-Expo 2009 auf das Herzlichste bedanken.
Ebenfalls möchten wir unsere Anerkennung für die finanzielle Unterstützung dem Verband der Feuerwehr NRW, der AG Leiter der Berufsfeuerwehren NRW und der AG Leiter der hauptamtlichen Wachen aussprechen. Dem Institut der Feuerwehr NRW sind wir für die zur Verfügung gestellte Infrastruktur sehr verbunden.
Wir möchten den Hilfsorganisationen, die im Rahmen des Ausbildungsverbundes tätig waren sowie den vielen Personen im Hintergrund für die konstruktive Zusammenarbeit danken.

Mit freundlichen Grüßen,

Marc Krieger, Münster
Georg Bieletzki, Köln
Marc Hammerstein, Paderborn
Georg Zimmlinghaus, Heiligenhaus

Urheber der 1. Auflage in 2010

Hinweise:

Herausgeber:
Arbeitsgruppe ARDINI -
Arbeitsgruppe für die Einführung des Digitalfunks im nichtpolizeilichen Bereich
Innenministerium Nordrhein-Westfalen
Abteilung 7
Haroldstr. 5
40213 Düsseldorf
digitalfunk-gefahrenabwehr@im.nrw.de

Dieser Leitfaden wurde von der Arbeitsgruppe Digitalfunk der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr (ARDINI) des Innenministeriums des Landes Nordrhein-Westfalen am 10. Dezember 2009 in Düsseldorf genehmigt und den Beteiligten Organisationen zur Einführung empfohlen.

Inhalt

Sprechfunkausbildung
Modul A **Grundlagen**

Grundlagen

1 Funkinfrastruktur der BOS

Eine leistungsfähige Kommunikationstechnik ist Voraussetzung für eine effektive Arbeit aller Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Bislang wird die Kommunikation mittels analoger Funktechnik sichergestellt. Mit der Einführung des Digitalfunks erhalten die BOS eine Funkinfrastruktur, die aufgrund moderner Technik wesentlich leistungsfähiger ist, als die jetzige analoge Funktechnik. Während der Migrationsphase wird den BOS in den nächsten Jahren sowohl die analoge, als auch die digitale Funkinfrastruktur zur Verfügung stehen. Es wird daher notwendig sein, während dieses Zeitraums beide Systeme parallel zu unterrichten.

1.1 Funkverkehrskreise

Derzeit unterhält jeder Kreis seine eigene Infrastruktur für die analoge Funktechnik. In der Regel halten dabei die polizeilichen BOS und die nichtpolizeilichen BOS ihre jeweils eigene Infrastruktur vor. Die unterschiedlichen BOS in den Kreisen bzw. kreisfreien Städten verwenden für ihren Funkverkehr jeweils die ihnen zugewiesenen Funkkanäle.

Kanalverteilung Musterkreis

BOS	Kanal
Polizei	372
Feuerwehr[1]	468
Rettungsdienst	487
Bundespolizei	479
Katastrophenschutz	406
Hilfsorganisationen	408

Die Kapazität an freien Funkkanälen ist begrenzt. Funkkanäle müssen daher selbst innerhalb eines Landes mehrfach vergeben werden. Mitunter sind Absprachen über benachbarte Landesgrenzen hinweg erforderlich.

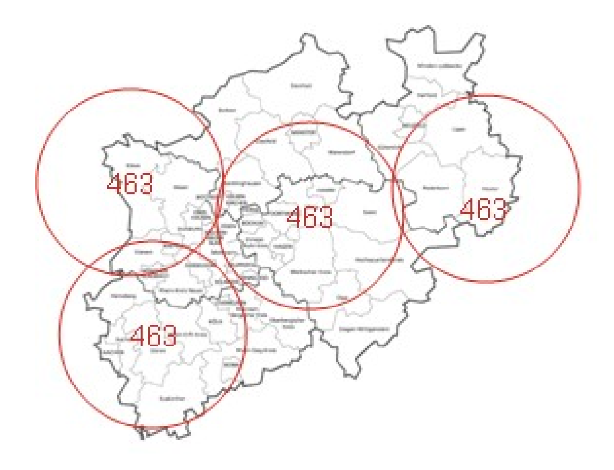


Abb. 1 Mehrfachbelegung des Kanal 463 in NRW

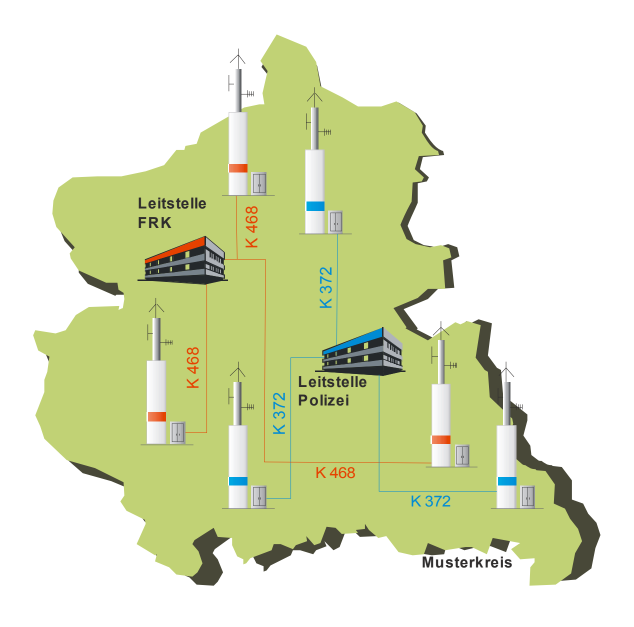


Abb. 2 Parallel betriebene Funksysteme in einem Kreis

1.1.1 Leitstellen- und Einsatzstellenfunk

In der analogen Funktechnik unterscheidet man den Leitstellenfunk und den Einsatzstellenfunk. Der Leitstellenfunk nutzt die Funkinfrastruktur eines Funkverkehrskreises, um größere Entfernungen zu überbrücken. In der Regel werden hierfür Fahrzeugfunkgeräte in Verbindung mit Relaisstellen eingesetzt. Der Einsatzstellenfunk beschreibt die Kommunikation an der Einsatzstelle, die aufgrund der geringen Entfernungen mit Handsprechfunkgeräten abgewi-

1 Leitstelle für Feuerschutz, Rettungsdienst und Katastrophenschutz (Leitstelle FRK)

ckelt werden kann. Beide Systeme nutzen unterschiedliche Frequenzbereiche.

1.2 Digitales Funknetz TETRA 25

TETRA 25 bedeutet Terrestrial Trunked Radio (erdgebundener, gebündelter Funk) mit einem Kanalabstand von 25 kHz. Der TETRA-Standard ist bereits Stand der Technik in Industrieanlagen und besitzt große Ähnlichkeit mit dem GSM-Standard. Allgemein wird für das im Aufbau befindliche, neue Funksystem der Begriff „Digitalfunk" benutzt.

Beim bisherigen Analogfunksystem werden die Gesprächskanäle, und damit die zugehörigen Frequenzen, den beteiligten BOS fest zugeordnet. Frequenzökonomisch gesehen ist das System der festen Kanalzuordnung unwirtschaftlich, da bei Einsatzlagen mit hohem Kommunikationsbedarf schnell die Funkkapazitäten erschöpft sind, während zeitgleich Funkkanäle anderer Organisationen ungenutzt bleiben.

Deutlich effizienter sind dagegen Funksysteme, die mehrere Übertragungskanäle effektiver nutzen und organisationsübergreifend auf freie Kapazitäten zurückgreifen können.

Die Einführung eines solchen Funknetzes ermöglicht, dass alle Behörden und Organisationen ein gemeinsames Funknetz benutzen. Das heißt, dass sowohl die BOS der polizeilichen Gefahrenabwehr (Bundespolizei, Polizeien der Länder, Zoll, Justiz etc.), als auch die der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr (Feuerwehr, Hilfsorganisationen, Rettungsdienst, THW etc.) dieses gemeinsame Funknetz nutzen.

Das z. Zt. noch bundesweit in der Aufbauphase befindliche Digitalfunknetz TETRA-25 der BOS soll auf absehbare Zeit die Vielzahl der bis dato genutzten analogen Systeme ersetzen.

Der Digitalfunk bietet ein Funknetz, das im Endausbau eine Abdeckung der gesamten Bundesrepublik ermöglichen wird.
Bundesweit spannt sich ein verbundenes Funkzellennetz.

Jede Zelle wird funktechnisch von einer Basisstation erschlossen, die auf eigenen Sende- und Empfangsfrequenzen arbeitet.

Da benachbarte Zellen unterschiedliche Sende- und Empfangsfrequenzen nutzen, ist eine gegenseitige Störung der Zellen weitestgehend ausgeschlossen.
Eine Wiederholung bereits genutzter Sende- und Empfangsfrequenzen ist möglich.

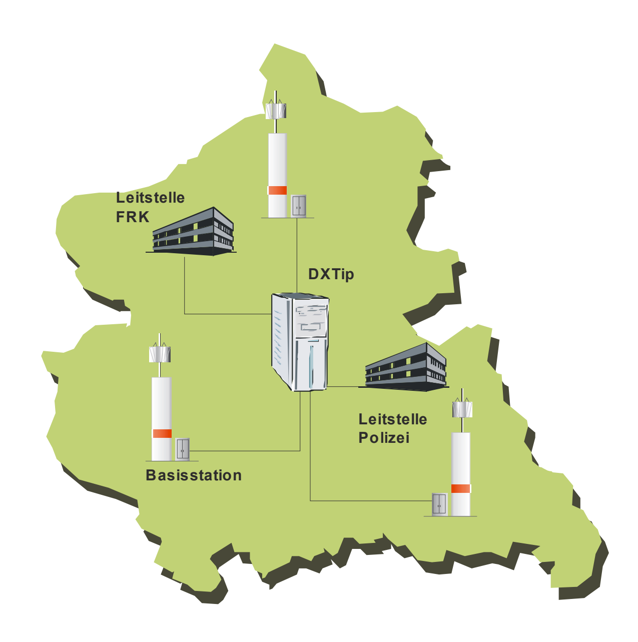


Abb. 3 Gemeinsames Funknetz TETRA-25-BOS



Abb. 4 Zellenstruktur TETRA-25-Netz

1.2.1 Netz- und Direktbetrieb

Ähnlich der Unterscheidung zwischen den verschiedenen Funkwellenbereichen für den Leitstellen- und für den Einsatzstellenfunk im analogen BOS-Funk bietet der digitale BOS-Funk eine netzabhängige und eine netzunabhängige Betriebsart. Man unterscheidet den Netzbetrieb (TMO[2]) vom Direktbetrieb (DMO[3]). Ein Gerät, das im Netzbetrieb verwendet werden soll, benötigt die Infrastruktur des TETRA-25-Netzes. Im Unterschied zur analogen Funktechnik können im Digitalfunk auch die Handfunkgeräte sämtliche Möglichkeiten des Netzbetriebes nutzen und somit beispielsweise mit der Leitstelle kommunizieren. Lediglich die Sende- und Empfangsleistung ist gegenüber Fahrzeugfunkgeräten eingeschränkt [s. *Modul Digitalfunk, Gerätekunde*]. Die Reichweite im DMO entspricht in etwa dem des 2m-Funks.

Der Direktmodus sollte dementsprechend auch nicht als Einsatzstellenfunk bezeichnet werden. Er ist dort, wo kein Netzempfang zur Verfügung steht (z.B. in Gebäuden), neben dem Netzbetrieb eine weitere Möglichkeit den Einsatzstellenfunk abzuwickeln [s. *Modul Digitalfunk, Betriebsarten*].

Die Zuweisung unterschiedlicher Funkkanäle für die einzelnen BOS wird im TETRA-25-Netz durch die Zuweisung von Sprechgruppen ersetzt. Für den Anwender ändert sich lediglich, dass er nicht mehr einen numerischen Kanal rasten, sondern eine Sprechgruppe aus dem „Telefonbuch" des Funkgerätes auswählen muss.

2 Physikalisch technische Grundlagen

Um im Einsatzfall Informationen zwischen Leitstelle und Fahrzeugen und am Einsatzort Befehle und Meldungen zwischen Führungsebenen und eingesetzten Kräften austauschen zu können, werden Funkanlagen eingesetzt, die für die unterschiedlichen Einsatzbereiche angepasst sein müssen. Informationen werden mittels Funkwellen übertragen. Die Funkwellen haben dabei besondere Ausbreitungseigenschaften, die bei ihrem Einsatz mit berücksichtigt werden müssen. Die physikalischen Grundlagen sind hierbei für den Analogfunk, wie für den Digitalfunk gleich.

2.1 Drahtlose Nachrichtenübertragung

Funkwellen zählen zu den elektromagnetischen Wellen. Allen elektromagnetischen Wellen ist einiges gemeinsam. Sie breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus (ca. 300.000 km/s) und sie benötigen zur Übertragung kein Medium. Im luftleeren Raum breiten sie sich am ungestörtesten aus. Dabei ist es gleich, welche Frequenz die jeweilige elektromagnetische Welle hat. Elektromagnetische Wellen breiten sich im Raum frei aus. Wirft man z.B. einen Stein auf eine ruhende Wasseroberfläche, so laufen die Wellen ähnlich kreisförmig in alle Richtungen.

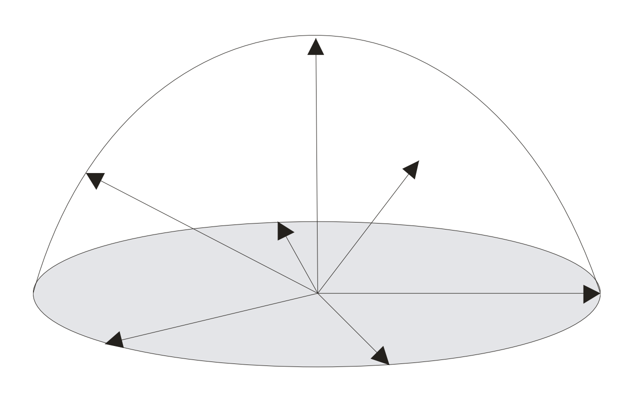


Abb. 5 Wellenausbreitung im Raum

2.2 Frequenz und Amplitude

Die Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit. Die Einheit der Frequenz wird in Hertz (Hz) angegeben. Das Pendel einer alten Standuhr führt z.B. in einer Sekunde eine Schwingung durch. Das Pendel bewegt sich dabei aus seiner Ruhelage zu seinem ersten Wendepunkt, von dort fällt es auf die Ruhelage zurück und schwingt in den zweiten Wendepunkt und von dort wieder auf die Ruhelage.

2 TMO = Trunked Mode Operation (Bündelfunkbetrieb)
3 DMO = Direct Mode (Direktbetrieb)

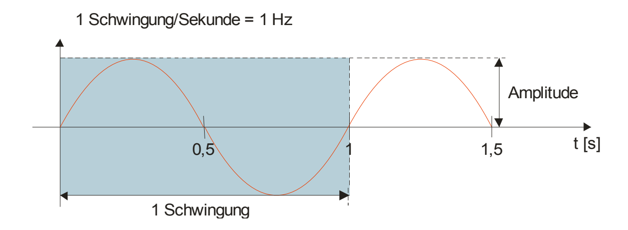


Abb. 6 Zusammenhang Amplitude und Frequenz

Der Wendepunkt ist dabei der größte Ausschlag und wird als Schwingungsweite oder Amplitude bezeichnet.

Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde ist die Frequenz (f).

Die Strecke vom Anfang der positiven zum Ende der negativen Halbwelle wird Wellenlänge genannt.

Die Wellenlänge wird mit λ (Lambda) bezeichnet, gemessen in Metern (m).

Um bei hohen Frequenzen nicht sehr große Zahlen schreiben zu müssen, werden Dezimal-Präfixe verwendet. Die gebräuchlichsten sind:

- 1 kHz (Kilohertz) = 1.000 Hz
- 1 MHz (Megahertz) = 1.000 kHz = 1.000.000 Hz
- 1 GHz (Gigahertz) = 1.000 Mhz = 1.000.000.000 Hz

Unser technischer Wechselstrom hat beispielsweise eine Frequenz von 50 Hz. Das menschliche Gehör nimmt Frequenzen zwischen 20 Hz und 20.000 Hz (20 kHz) wahr. Der Frequenzbereich bis 30.000 Hz (30 kHz) wird als Niederfrequenz (NF) bezeichnet. Frequenzen über 30.000 Hz bezeichnet man als Hochfrequenz (HF).

Der Zusammenhang zwischen den Größen

- Wellenlänge
- Frequenz
- Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts

wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\text{Wellenlänge } (\lambda) = \frac{\text{Ausbreitungsgeschw. (c)}}{\text{Frequenz } (f)}$$

Beispiel

$$\lambda = \frac{300.000 \text{ km/s}}{75 \text{ MHz}} = \frac{300.000.000 \text{ m/s}}{75.000.000 \text{ 1/s}} = 4 \text{ m}$$

2.3 Wellenbereiche

Die elektromagnetischen Wellen werden auch als „Funkwellen" bezeichnet, wenn diese dazu dienen, Informationen zu übertragen. Ihre technische Verwendung ist in international vereinbarten Frequenzbändern geregelt.

Die folgende Gliederung zeigt einen Ausschnitt der gängigsten Wellenbereiche und ihre gebräuchlichen Abkürzungen:

- Extremely High Freq. EHF 30 – 300 GHz
- Super High Freq. SHF 3 – 30 GHz
- Ultra High Freq. UHF 0,3 – 3 GHz
- Ultra-Kurz-Welle UKW/VHF 30 – 300 MHz
- Kurzwelle KW 3 – 30 MHz
- Mittelwelle MW 0,3 – 3 MHz
- Langwelle LW 30 – 300 kHz

Beispiele Frequenzen

EHF	1–10 mm	Radar, Richtfunk
SHF	1–10 cm	Radar, Richtfunk, SAT-TV, WLAN
UHF	1–10 dm	**BOS-Funk (digital)**[4], WLAN, Mobilfunk, TV, Bluetooth, Kurzstreckenfunk (70 cm)
UKW/VHF	1–10 m	**BOS-Funk (analog)**, Radar Flugfunk, TV, Hörfunk
KW	10–100 m	Kurzwellenrundfunk, RFID-Systeme[5]
MW	100–1000 m	Mittelwellenrundfunk, Lawinen-Ortungsgeräte
LW	1–10 km	Langwellenrundfunk, Funkuhren

2.4 Einteilung des BOS-Frequenzbereichs

Den BOS sind für den Analogfunk u.a. Frequenzen im 4-m- und im 2-m-Wellenbereich[6] zugeteilt.

- Im 4-m-Wellenbereich: 74,215 bis 87,255 MHz
- Im 2-m-Wellenbereich: 165,210 bis 173,980 Mhz

Diese Bereiche sind jeweils in ein Unterband und ein Oberband unterteilt. Der Abstand zwischen Ober- und Unterband wird Bandabstand genannt. Im 4-m-Wellenbereich beträgt er 9,8 MHz, im 2-m-Wellenbereich 4,6 MHz.

4 Digitalfunk bei 70 cm sowie Zubringer für Gleichwellenfunk
5 RFID = Radio Frequency Identification (z.B. Zutrittskontrollsysteme)
6 Neben dem 4-m- und 2-m-Wellenbereich werden für verschiedene Anwendungen Frequenzen im 8-m- und 70-cm-Wellenbereich genutzt.

Unter- und Oberband sind wiederum in Kanäle unterteilt, die einen Frequenzabstand von 20 kHz zueinander haben (Kanalabstand).
Der Begriff „Kanal" ist die Bezeichnung für ein Frequenzpaar (Unter-/Oberband) oder für eine Einzelfrequenz.
Zur Vereinfachung der Geräteeinstellung und um Bedienungsfehler vorzubeugen, werden an den analogen 4-m-BOS-Funkgeräten zur Frequenzwahl lediglich die dreistelligen Kanalzahlen und die Bandlage eingestellt. Auf dem eingestellten Band sendet das Gerät, ob und wie das andere Band genutzt wird, wird über die Betriebsart festgelegt.

Beispiel

Kanal 471

471 O	=	86,495 MHz
471 U	=	76,695 MHz
Bandabstand	=	9,800 MHz

Kanalabstand
20 kHz

Kanal 472

472 O	=	86,515 MHz
472 U	=	76,715 MHz
Bandabstand	=	9,800 MHz

Im 4-m-Wellenbereich stehen im Oberband 163 und im Unterband 143 schaltbare Kanäle zur Verfügung. Die Kanäle 376 – 396 sind im Unterband gesperrt, da in diesem 75 MHz-Bereich der Navigationsfunkdienst für die allgemeine Luftfahrt arbeitet. Die Gerätehersteller gewährleisten durch technische Maßnahmen, dass diese Kanäle von den BOS nicht genutzt werden können. Im 2-m-Wellenbereich stehen in beiden Bändern 117 schaltbare Kanäle zur Verfügung.

Den BOS sind für das digitale Tetra-25-Funknetz europaweit Frequenzen im 70-cm-Wellenbereich zwischen

- 380 MHz … 385 MHz sowie
- 390 MHz … 395 MHz

zugeteilt.

Bei der für die TETRA-25-Technologie verwendeten Kanalbandbreite von 25 KHz ergeben sich so 200 nutzbare Frequenzen im Ober- und Unterband.

Jeweils eine Frequenz des Ober- und des Unterbandes bilden einen physikalischen Duplexkanal mit einem Bandabstand von 10 MHz. Da niedrige Frequenzen aufgrund der geringeren Freifelddämpfung eine höhere Reichweite haben, werden die Unterbandfrequenzen für die Verbindung vom Mobilfunkgerät zur Basisstation verwendet. Diese Strecke wird im TETRA-Standard als „Uplink" bezeichnet. Der umgekehrte Weg wird über das Oberband abgewickelt und als „Downlink" bezeichnet.

Der Direktbetrieb zwischen zwei Funkgeräten ohne Netzanbindung (DMO) erfolgt über eine einzelne Frequenz.

Frequenzen aus diesem Frequenzbereich können ausschließlich von der Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS) zugeteilt werden, da diese als Nutzungsberechtigte für den Aufbau, den Betrieb und die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des digitalen Funknetzes der BOS zuständig ist.

2.5 Modulation – Demodulation

Mit den Funkwellen sollen Nachrichten übertragen werden, die sowohl Sprache als auch Steuerzeichen enthalten können. Zur Übertragung werden die Informationen einer hochfrequenten „Trägerwelle"[7] sozusagen aufgezwungen. Dieses Aufzwingen der zu übertragenden Information wird als Modulation bezeichnet. Es gibt unterschiedliche Arten Funkwellen zu modulieren.

Die **Amplitudenmodulation (AM)** verändert im Rhythmus der Nachricht den Ausschlag der Amplitude, die Trägerfrequenz bleibt konstant. Sie wird im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich, sowie zur Übertragung des Fernsehbildes genutzt.

---

7 Bei einer Trägerwelle handelt es sich um eine hochfrequente Funkwelle, auf der die zu übermittelnden Daten übertragen werden.

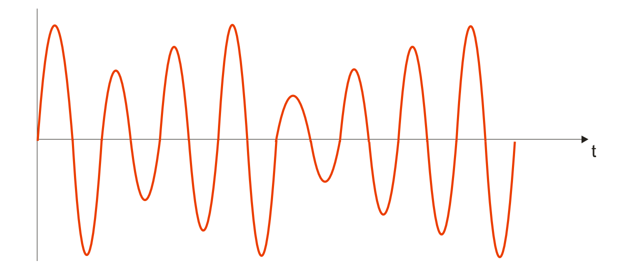


Abb. 7 Amplitudenmodulation (AM)

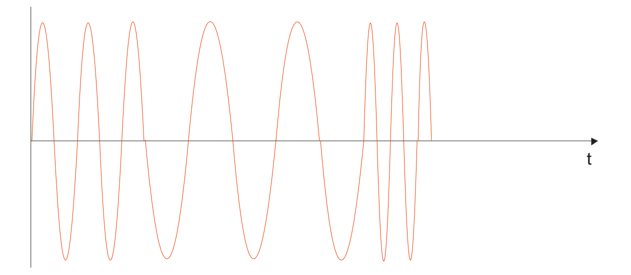


Abb. 8 Frequenzmodulation (FM)

Im UKW-Bereich wird meistens mit der Frequenzmodulation (FM) gearbeitet. Hier verändert sich die Frequenz, entsprechend dem zu übertragenden Signal, um die Frequenz die am Gerät eingestellt ist. Die Größe dieser Frequenzveränderung wird als Hub bezeichnet und ist auf maximal 4kHz begrenzt.

Bei Anwendung der Frequenzmodulation werden Störquellen wie Elektromotoren, atmosphärische Entladungen etc. weitgehend ausgeschaltet. Aus diesem Grund werden von den BOS nur Funkgeräte verwendet, die mit Frequenzmodulation arbeiten.

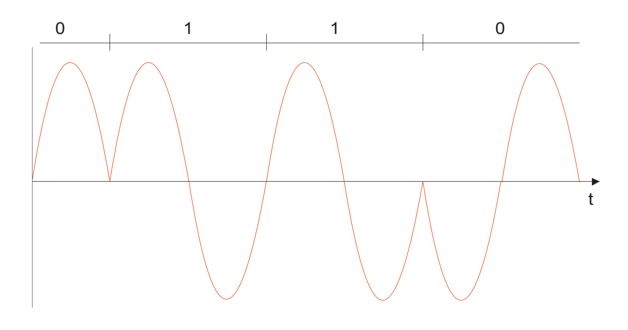


Abb. 9 Phasenmodulation (PSK)

Im Empfangsgerät werden die niederfrequenten Sprachsignale wieder von der hochfrequenten „Trägerwelle" getrennt (AM und FM) bzw. die übertragenen binären Daten ausgewertet (PSK). Bei der Digitalisierung der Sprache wird diese in der Abfolge von Nullen und Einsen dargestellt. Zur Übertragung dieser Abfolge wird die **Phasenmodulation oder englisch Phase-Shift-Keying (PSK)** eingesetzt: Immer wenn in der Abfolge eine Änderung von 1 auf 0 oder umgekehrt stattfindet wird die Welle umgedreht. In Tetra 25 wird eine verbesserte Form des PSK eingesetzt welches mit ∏/DQPSK bezeichnet wird. Dieser Vorgang wird als Demodulation bezeichnet.

Mit der analogen Funktechnik werden auf diese Art die für den Menschen wahrnehmbaren Schallwellen im Frequenzbereich von 300 – 3000 Hz (0,3 – 3 kHz) übertragen. In diesem Bereich liegen die meisten menschlichen Sprachlaute [vgl. Kapitel 2.2].

Technisch bedingt muss der Abstand zwischen zwei Kanälen jedoch um ein Mehrfaches größer sein als 3 kHz, um gegenseitige Störungen zu vermeiden. Im analogen BOS-Funk wurde der Frequenzabstand zwischen zwei Kanälen auf 20 kHz festgelegt.

2.6 Multiplexverfahren

Der TETRA-Standard stellt zwei Übertragungsverfahren zur Verfügung: das Frequenzmultiplexverfahren (FDMA) und das Zeitmultiplexverfahren (TDMA).

Der Begriff Tetra ist ein normierter Begriff innerhalb der Organisation „European Telecommunications Standards Institute" (ETSI) und arbeitet im Zeitmultiplexverfahren . TETRAPOL ist ein Firmenstandart (Matra/EADS) und arbeitet im Frequenzmultiplexverfahren. Beide sind nicht untereinander Kompatibel ohne große technische Raffinessen anzuwenden. Frequenzökonomisch fortschrittlicher ist das Zeitmultiplexverfahren, das im TETRA-25-Netz der deutschen BOS angewendet wird.

Das Zeitmultiplexverfahren ermöglicht, dass sich mehrere Nutzer quasi zeitgleich eine Frequenz teilen können, in dem diese Frequenz in mehrere „Zeitschlitze" aufgeteilt wird. Mit einer Frequenz stehen vier Zeitschlitze zeitgleich für die Übertragung von Daten/Sprache zur Verfügung. Ein Zeitschlitz ist jeweils für organisatorische Zwecke des Netzes reserviert. Dieser Zeitschlitz wird „Organisationszeitschlitz" oder auch „Organisationskanal" genannt. Dabei wird jeweils nur ein „Organisations-

zeitschlitz" pro Basisstation benötigt. Eine Basisstation mit vier Übertragungskanälen (jeweils vier Frequenzen im Up- und im Downlink) verfügt somit über 15 Nutzzeitschlitze (4 Kanäle x 4 Zeitschlitze – 1 Organisationszeitschlitz).

Über den „Organisationszeitschlitz" wird dem Netz z.B. der Gesprächswunsch eines Teilnehmers signalisiert und dem Teilnehmer vom Netz eine Uplink- und Dowlinkfrequenz mit einem freien Zeitschlitz zugewiesen.

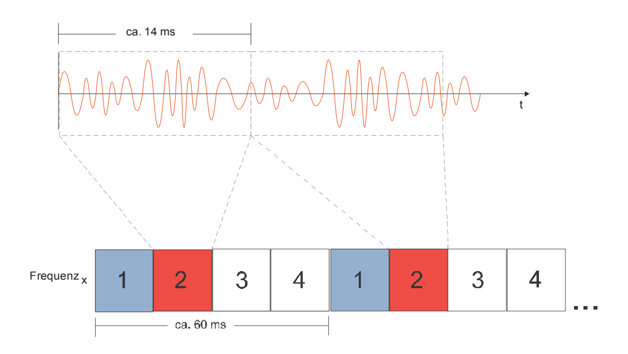


Abb. 10 Abfolge der Zeitschlitze bei einem 4:1-Verfahren

Auch das sogenannte Handover, also das Übergeben eines Endgerätes beim Verlassen des Bereichs der eigenen an die nächste Basisstation, wird über diesen Zeitschlitz organisiert.

Für die Nutzung des Zeitmultiplexverfahrens ist es notwendig die zu übertragenden Daten (Sprache) zu komprimieren. Durch die Komprimierung der Sprache im Verhältnis von ca. 1:0,23 oder 4:1 kann nun im Zeitschlitzverfahren gearbeitet werden, das heißt mehrere Nutzer können quasi zeitgleich auf einer Frequenz sprechen.

Ein Zeitschlitz hat dabei eine Dauer von ca. 14 ms. Jeder Zeitschlitz ist im System eindeutig bekannt.

Nach jedem vierten Zeitschlitz beginnt das System mit dem Viererblock von vorne. Die vier Zeitschlitze einer Frequenz können von allen BOS gleichzeitig genutzt werden.

Die Abbildung 11 soll die Nutzung der Zeitschlitze anhand eines Funkgesprächs zwischen einem RTW und der Leitstelle verdeutlichen.

Beim Betätigen der Sprechtaste wird dem RTW ein

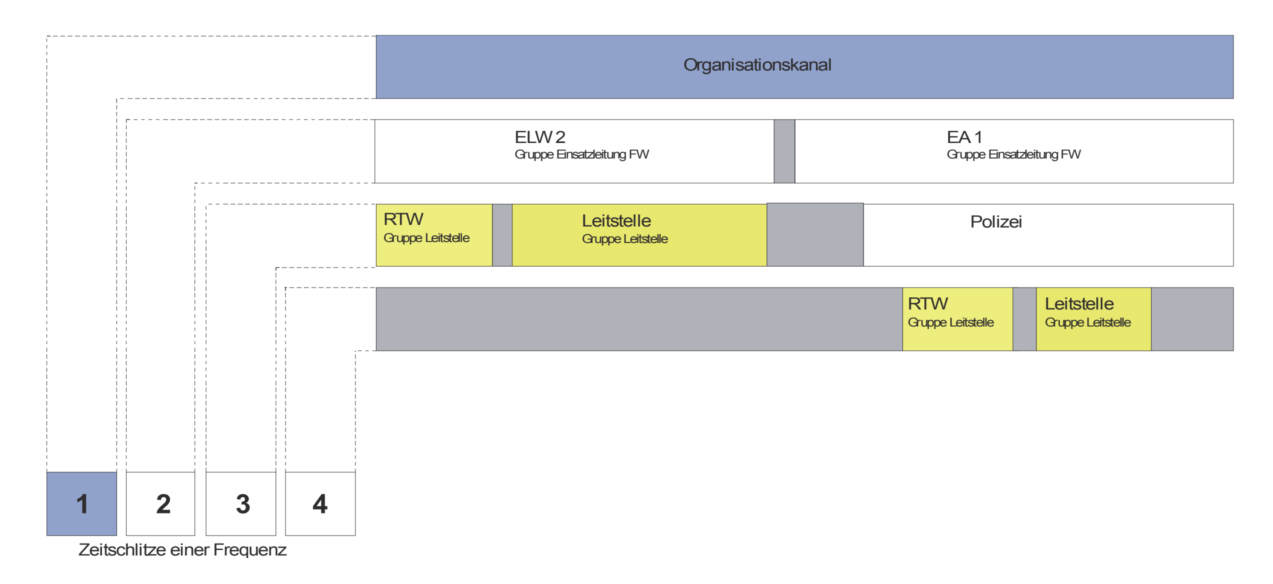


Abb. 11 Dynamische Zeitschlitzzuteilung

Über den „Organisationszeitschlitz" werden auch die Registrierungen[8] von Endgeräten vorgenommen oder die Sendeleistung der Endgeräte geregelt.

freier Zeitschlitz [Zeitschlitz 3] zugeteilt. Der Zeitschlitz 1 wird in diesem Beispiel für die Übertragung von Organisationsdaten belegt und steht für die Übertragung von Sprache nicht zur Verfügung. Der Zeitschlitz 2 wird parallel von einem Teilnehmer einer anderen Benutzergruppe belegt.

8 Registrierung bedeutet in diesem Fall, dass ein im Netz zugelassenes (bekanntes) Endgerät versucht, sich z.B. nach Einschalten in das Netz einzubuchen und hierfür die Erlaubnis beim Netz anfordert.

Beendet der RTW das Gespräch wird der genutzte Zeitschlitz für eine im Funkgerät programmierbare Zeit[9] weiter belegt und kann einem anderen Teilnehmer der gleichen Gruppe durch das System zugeteilt werden.
Der Leitstelle wird so für die Anrufantwort auch der Zeitschlitz 3 zugeteilt. Der jeweilige Zeitschlitz wird mit Ablauf der festgelegten Zeit nach Beendigung eines Gesprächs wieder freigegeben. Wird in der gleichen Gruppe zu einem späteren Zeitpunkt wieder ein Gesprächswunsch durch Drücken der Sprechtaste signalisiert, prüft das System welche Zeitschlitze frei sind und teilt dann der Gruppe erneut einen freien Zeitschlitz zu [im Beispiel Zeitschlitz 4].
Das Beispiel zeigt auch, das kurzfristig alle vier Zeitschlitze der Frequenz belegt sein können (Orga nisation + Gruppen: Einsatzleitung, Polizei, Leitstelle).
Meldet nun ein Teilnehmer einer weiteren Gruppe genau in dieser Phase einen Gesprächswunsch durch Drücken der Sprechtaste an, erhält er ein Signal, dass das Netz belegt ist.

Das Beispiel verdeutlicht das Zeitschlitzverfahren anhand der Nutzung von einem Übertragungskanal[10].
Um das Auftreten einer Netzüberlastung im realen Betrieb möglichst gering zu halten, haben im TETRA-25-Netz der deutschen BOS alle Basisstationen mindestens zwei Frequenzpaare (zwei Uplink- und zwei Downlink-Frequenzen), auf denen dann acht Zeitschlitze zur Verfügung stehen, wovon ein gemeinsam verwendeter Zeitschlitz der Netzorganisation dient (sogenannte Normalkapazitätszellen).
In bestimmten Bereichen sind die Basisstationen mit vier Frequenzpaaren ausgestattet (sog. Hochkapazitätszellen), auf denen dann 16 Zeitschlitze zur Verfügung stehen. Würde man eine nach aktuellem Stand der Technik gebaute Basisstation voll auslasten, könnte man bis zu 32 Zeitschlitze erhalten.
Darüber hinaus sind verschiedene Vorkehrungen getroffen worden, dass das Netz im Falle einer Überlastung durch z.B. einen größeren Einsatz einzelner oder mehrerer BOS im gleichen räumlichen Bereich kurzfristig erweitert werden kann. So gibt es z.B. die Verpflichtung des Netzbetreibers, lokal innerhalb von 30 Minuten 30% mehr Zeitschlitze zur Verfügung zu stellen, als regulär an dieser Stelle vorhanden sind.

2.7 Digitalisierung und Komprimierung der Sprache

Die Rechenarbeit der Digitalisierung, Komprimierung und Dekomprimierung wird im jeweiligen Endgerät geleistet. Dabei wird ein sogenannter Vocoder[11] benutzt. Der Vocoder tastet die Amplitude des vom Mikrofon des Endgerätes aufgenommenen analogen Sprachsignals in definierten Zeitabständen ab.
Er erhält so eine Reihe von Werten, die charakteristisch für bestimmte Laute und Silben sind, letztlich also für Buchstabenfolgen, die Worte und Sätze ergeben. Diese Werte werden in binäre Zahlenkombinationen übersetzt.

2.7.1 Komprimierung der Sprache

In einem weiteren Schritt folgt dann die Komprimierung: In einer im Endgerät enthaltenen Codetabelle sind umfassend alle möglichen binären Wertefolgen, die aus dem ersten Schritt resultieren könnten, enthalten. Hinter jeder in der Tabelle hinterlegten Wertefolge steht dann ein weiterer, ein eindeutig der jeweiligen Wertefolge zugeordneter binärer Wert.
Die aus den ersten Schritten erhaltene binäre Werte- oder Signalfolge der Sprache wird nun mit den Wertefolgen in der CODEC[12]-Tabelle des Gerätes verglichen. Sobald der Vocoder eine Übereinstimmung findet, wird der zu dieser Folge hinterlegte Binärwert vom Funkgerät in das Tetra-25-Netz übertragen. Beim Empfänger findet dann der gleiche Vorgang in umgekehrter Reihenfolge statt.
Dieses Verfahren erlaubt die Komprimierung der Sprache mit ausreichend geringer Fehlerquote in einem Verhältnis von etwa 1:0,23; das heißt, dass aus 60 ms Sprache ein übertragenes Signal von nur noch 14 ms Dauer wird. Es erklärt auch die geringe Empfindlichkeit digitaler Funksysteme gegen Nebengeräusche: Nebengeräusche sind schlicht nicht

9 In der Regel wenige Sekunden.
10 1 Übertragungskanal = 2 Frequenzen (Uplink und Downlink). Das Beispiel zeigt aufgrund der einfacheren Darstellung nur die Uplink-Frequenz.
11 Vocoder = Kunstwort aus den englischen Begriffen VOice (Stimme) und CODE (kodieren, verschlüsseln).
12 Kunstwort aus den englischen Begriffen COde (kodieren, verschlüsseln) und DECode (dekodieren, entschlüsseln).

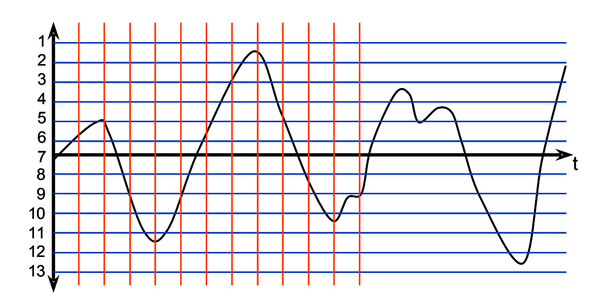
in der CODEC-Tabelle hinterlegt und werden daher auch nicht mit übertragen.

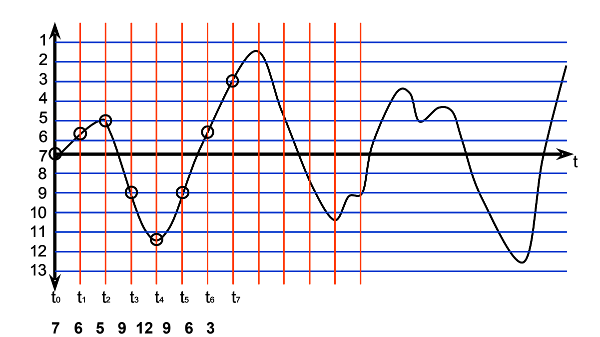
2.7.2 Digitalisierung der Sprache

Die Sprache wird zunächst vom Mikrofon als analoges Signal aufgezeichnet. Anschließend wird der Amplitudenwert in bestimmten, definierten Zeitintervallen abgetastet.

Die resultierende Wertereihe wird dann in binäre Signale übersetzt.

Die Binäre Signalfolge wird in der CODEC-Tabelle des Endgerätes einem definierten Binärwert zugeordnet, der dann per Funk übertragen wird.





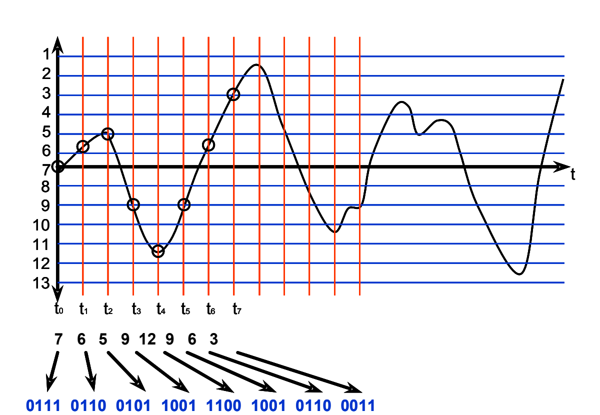


Abb. 12 Digitalisierung der Sprache

0111 0110 0101 1001 1100 1001 0110 0011

0111	0110	0001	0111	1100	0101	0110	0011	> 0100
0111	0110	0101	0000	1100	0101	0110	0011	> 0101
0111	0110	0101	1001	1100	1001	0110	0011	> 0110
0111	0110	0101	0111	1101	0101	0110	0011	> 0110
0111	1110	0101	0111	1111	0111	0110	0011	> 0111
0111	0110	1101	0111	1100	0101	0110	0011	> 1000

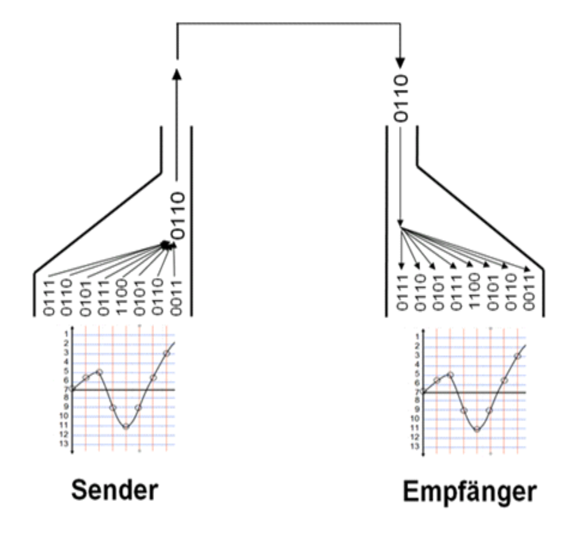


Abb. 13 Digitalisierung, Kodierung, Dekodierung und analogisierung im TETRA-25 Netz

2.8 Reichweite

Die Reichweite bei einer Funkverbindung bezeichnet die Entfernung, die maximal zwischen dem Sender und dem Empfänger bestehen darf, so dass noch eine Kommunikation möglich ist.

Die Funkwellen unterliegen dem Abstandsgesetz, welches bedeutet, dass die Intensität der Strahlung mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt.

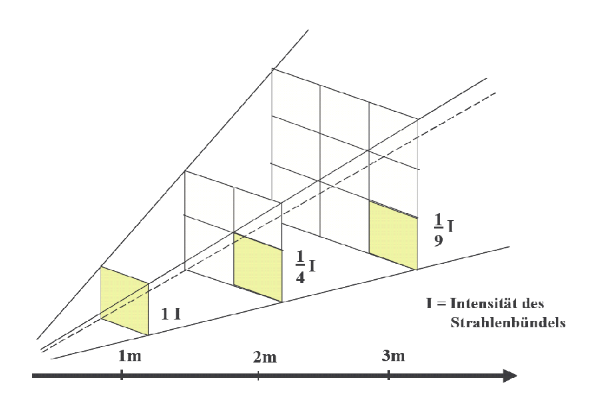


Abb. 14 Abstandsgesetz

[M. Dietz, IdF NRW]

Funkwellen im Meterwellenbereich (UKW) breiten sich ähnlich wie Lichtwellen (quasioptisch) aus, so dass ihre Reichweite hauptsächlich innerhalb der Sichtverbindung zwischen Sende- und Empfangsantenne beschränkt ist, weshalb sie auch als „Direktwelle" bezeichnet werden.
Die Funkwellen in anderen Frequenzbereichen unterscheiden sich in ihren Eigenschaften der Meterwellen und werden daher nicht weiter betrachtet.

Beispiel

Eine BOS-Funkanlage, mit einer Sendeleistung von 10 W, hat bei einer wirksamen Antennenhöhe von 20 m eine Nutzreichweite von ca. 30 km (bei einer Empfangsantennenhöhe von 2,50 m).

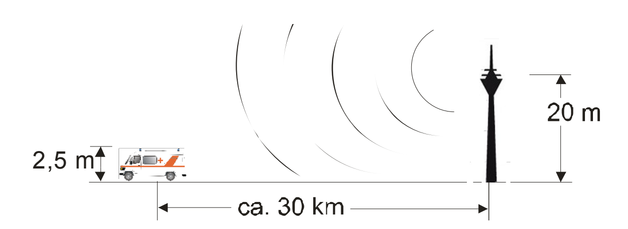


Abb. 15 Reichweite von UKW Funkwellen

Die Reichweite der Funkwellen ist nicht immer gleich, sie ist abhängig von:

- Sendeleistung
- Empfängerempfindlichkeit
- Antennenhöhe, Antennenart
- Topografie (Gebirge, Täler, Ebene)
- baulichen Verhältnissen (Stahlbetonbauten, Eisenbauteilen, Tunnelanlagen)
- Leitfähigkeit des Bodens (Wasser, Sand, Fels, Wald, Heide, Feld)
- Jahreszeit, Tageszeit, Witterung

Der wichtigste Faktor hiervon ist die Antennenhöhe, da sich die Meter-Wellen (UKW) geradlinig ausbreiten. Deshalb muss zwischen zwei Stationen eine quasi optische „Sichtverbindung" bestehen. Die Reichweite der 2-m-Handsprechfunkgeräte mit 1 W Sendeleistung ist in ebenem Gelände auf ca. 1 Kilometer beschränkt und durch Hindernisse, wie z.B. Häuser weiter eingeschränkt, so dass sich in der Regel nur eine Eignung für den Einsatzstellenfunk ergibt.
Bei entsprechender Höhe und Hindernisfreiheit des Senders und Empfängers sind jedoch auch mit Handsprechfunkgeräten Reichweiten bis zu 100 km möglich.
Die Abbildung 16 zeigt beispielhaft die prozentuale Abdeckung eines Gebietes mit der notwendigen Feldstärke in verschiedenen Richtungen um die Sendeantenne in Abhängigkeit von der Geländebeschaffenheit (2-m-Band, 6 W Sendeleistung, Antennenhöhe Sender 10 m, Antennenhöhe Empfänger 2,5 m).

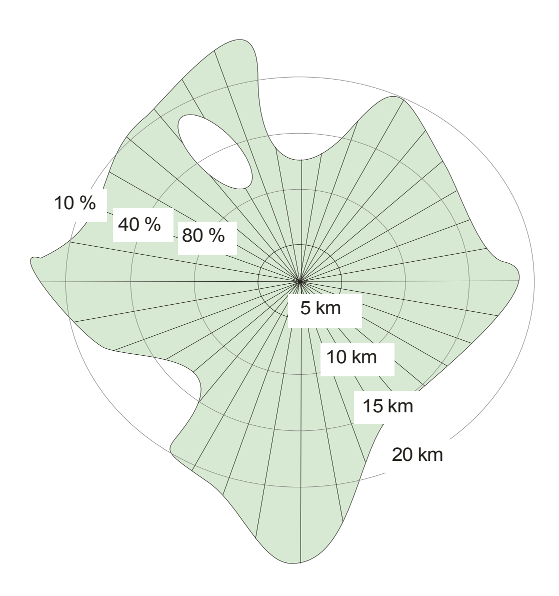


Abb. 16 Beispielhafte Funkversorgung im 2m Bereich

2.8.1 Reflexion und Beugung

Auf ihrem Weg vom Sender zum Empfänger werden die Funkwellen an Kanten von Hindernissen (Berge, Häuser etc.) gebeugt oder auch von deren Flächen reflektiert.

Durch diese Streu- und Beugungseffekte kann ein UKW-Sender auch noch hinter dem eigentlichen Sichthorizont oder auch hinter Hindernissen in verringerter Stärke gegenüber dem direkten Weg empfangen werden.

Wie weit dies möglich ist, hängt ebenfalls von der Höhe der Sendeantenne und der Strahlungsleistung des Senders ab.

Bei sog. Inversionswetterlagen[13] können Funkwellen an der Grenze von warmen und kalten Luftschichten in der Atmosphäre reflektiert werden.

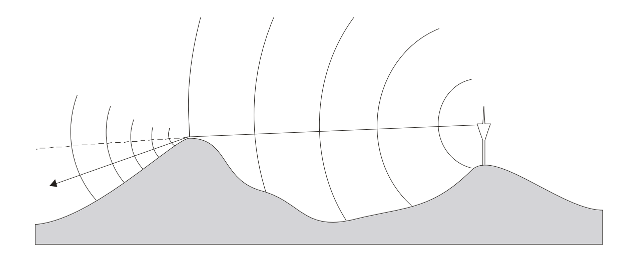


Abb. 17 Beugung der Funkwellen

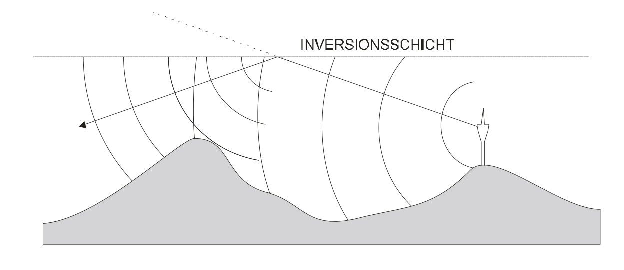


Abb. 18 Reflexion von Funkwellen

2.9 Nutz- und Störreichweiten

Bei der Errichtung von Relaisstellen muss für den Standort und die die Antennenhöhe des Relais folgende Bedingung erfüllt sein: Alle Funkgeräte im Versorgungsbereich des Relais müssen das Relais „quasioptisch" sehen und mit ihrer Sendeleistung erreichen können. Die Nutzreichweite ist die Größe des Gebietes, in dem diese Bedingung erfüllt ist. Wie in Abbildung 16 zu sehen ist, beeinflusst das Gelände die Reichweite. Anhand dieses Beispiels lässt sich nun das Problem der Störreichweiten darstellen: Das Versorgungsgebiet hat oben und links zwei Einbuchtungen und oben eine Fläche in der keine Funkversorgung möglich ist. Sollen diese Gebiete auch funktechnisch erschlossen werden, könnte man zum Beispiel die Antenne des Relais höher setzen. Durch die Erhöhung der Antenne vergrößert sich auch die Reichweite, wodurch es zu Störungen in anderen Funknetzen, die auf den gleichen Frequenzen arbeiten, kommen kann. Dies wird als Störreichweite bezeichnet. Bei der Planung von Relaisstellen ist immer das Ziel, bei ausreichender Nutzreichweite die Störreichweite möglichst klein zu halten.

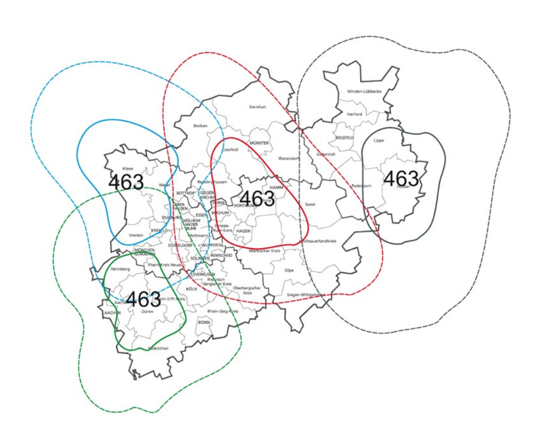


Abb. 19 Nutz- und Störreichweiten

2.10 Störungsursachen

Die vorab aufgezeigten Streuungen, Reflektionen und Beugungen der Funkwellen vergrößern nicht nur deren Reichweite, sie führen oftmals auch zu Störungen im Funkverkehr.

Das geschieht u.a. dann, wenn am Empfänger sowohl die direkte Welle als auch deren reflektierte Anteile eintreffen. Hierbei entstehen kleine Zonen, in denen sich die Wellen entweder verstärken oder gegenseitig auslöschen. Diesen Vorgang nennt man Interferenz (Überlagerung).

Weiter entfernte Sender auf den gleichen oder benachbarten Frequenzen können am Empfänger zu-

13 Während normalerweise die Temperatur in der Atmosphäre mit der Höhe abnimmt, wird dieser Vorgang in einer sogenannten Inversionsschicht umgekehrt. Das führt dazu, dass der Aufstieg warmer Luftmassen gebremst oder sogar gestoppt wird. Die Inversion bildet eine Art Sperrschicht.

sätzlich negativ einwirken. Diese Überreichweiten treten oft im Frühherbst bei Inversionswetterlagen auf.

Der Empfang in Autoradios ist beispielsweise sehr häufig von solchen Störungen betroffen, da sich die Empfangsverhältnisse hier ständig verändern. Dies kann jeder Hörer in dicht bebauten Städten oder in Tal-Lagen selbst feststellen, wenn der gewünschte Sender plötzlich kurzzeitig verschwindet oder durch andere Stationen überlagert wird. Bei noch höheren Sendefrequenzen (UHF-Bereich, hier arbeiten viele Fernsehsender) sind die beschriebenen Effekte noch ausgeprägter.

Eine weitere Störungsursache sind oftmals Funkschatten. Sie treten dort auf, wo Objekte mit reflektierenden Oberflächen die Funkwellen abhalten oder wo „absorbierende" Materialien vorhanden sind. Von Absorption spricht man, wenn elektromagnetische Wellen beim Durchdringen eines Mediums „geschluckt" oder „aufgesogen" werden und dabei einen Teil oder ihre gesamte Energie verlieren. Stoffe, die Funkwellen absorbieren können, sind z.B. Erdreich, Bäume, Stahlkonstruktionen, Mauerwerk, Nebel, Regen und Schnee.

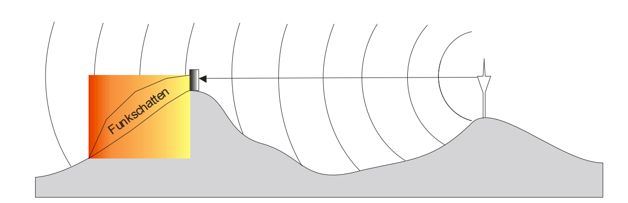


Abb. 20 Funkschatten

2.10.1 Möglichkeiten zur Störungsbeseitigung

- Bei allen aufgezeigten Störungen empfiehlt sich bei mobilen Funkstellen als „Erstmaßnahme" einen Standortwechsel durchzuführen. Oftmals reichen schon Standortänderungen von wenigen Metern aus, um wieder ausreichende Empfangsqualität zu erhalten.
- Die Antennen von mobilen Funkgeräten sollen immer senkrecht betrieben werden, um die gleiche vertikale „Polarität" zu erhalten, wie sie auch im stationären Bereich zur Anwendung kommt. Als Polarisation bezeichnet man die Lage der Funkwellen in Bezug zur Erdoberfläche.
- Bei schlechtem Empfang besteht die Möglichkeit, die „Rauschsperre" am Gerät auszuschalten.
- Handfunksprechgeräte nicht in geschlossenen Fahrzeugkabinen einsetzen (Ausnahme, mit angeschlossener Außenantenne über entsprechende Ladehalterungen).

2.11 Sender, Empfänger, Antenne

Funkanlagen bestehen im Wesentlichen aus den folgenden Bauteilen:

- Sender
- Empfänger
- Antennenumschalter / -weiche
- Antenne
- Hör- / Sprecheinrichtung
- Stromversorgung

2.11.1 Sender

Ein Sender besteht vereinfacht dargestellt aus folgenden Bauteilen:

- Mikrofonverstärker – Verstärkt die sehr schwache Ausgangsspannung (NF) des Mikrofons.
- Kanalwahlschalter – Dient der Einstellung des gewünschten Kanals.
- Oszillator (Schwingungserzeuger) – Erzeugt die dem jeweiligen Kanal zugeordnete Hochfrequenz (HF).
- Modulator – Bringt NF und HF auf geeignete Weise zusammen.
- Sendeverstärker – Verstärkt das Signal vom Modulator zur Abstrahlung über die Antenne.

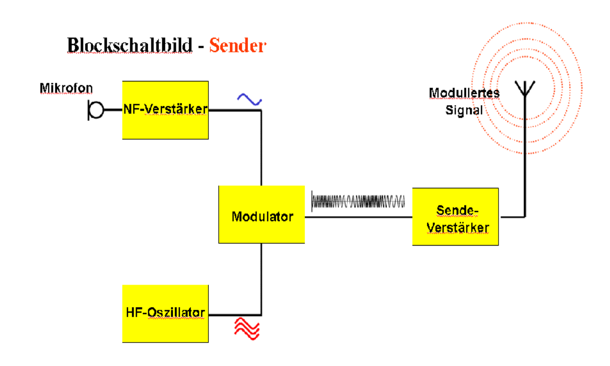


Abb. 21 Blockschaltbild - Sender

2.11.2 Empfänger

Ein Empfänger hat die Aufgabe, das empfangene Signal am Lautsprecher hörbar zu machen. Er besteht im Wesentlichen aus:

- Antennensignalverstärker – Verstärkt das sehr schwache Antennensignal.
- Kanalwahlschalter mit Oszillator – Dient der Einstellung des gewünschten Kanals.
- Demodulator – Trennt die Nieder- von der Hochfrequenz, um die ursprüngliche Information zurück zu erhalten.
- NF-Verstärker – Verstärkt die NF zur Wiedergabe über den Lautsprecher.

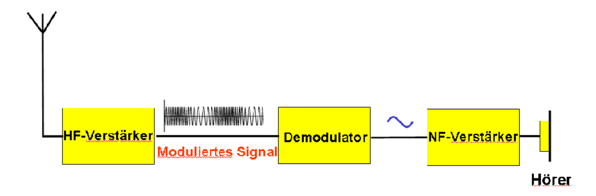


Abb. 22 Blockschaltbild - Empfänger

2.11.3 Antennenumschalter / -weiche

Sowohl Sender als auch Empfänger benötigen für ihren Betrieb jeweils eine Antenne. Die Verwendung von zwei separaten Antennen wäre unhandlich und kostenintensiv.

Im einfacheren Fall wird bei Funkgeräten, die nur abwechselnd senden oder empfangen können, ein Antennenumschalter eingesetzt.

Im Ruhezustand ist die Antenne mit dem Empfänger verbunden, beim Betätigen der Sendetaste mit dem Sender (Simplex).

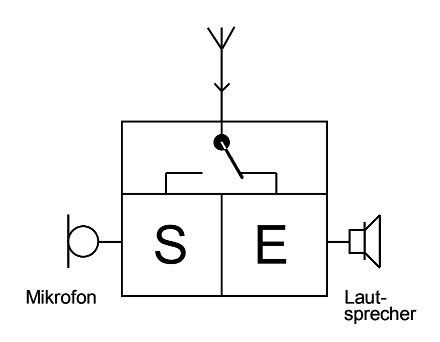


Abb. 23 Antennenumschalter

Bei Funkgeräten, die gleichzeitig senden und empfangen können, verbindet eine Antennenweiche die Sende- / Empfangsantenne mit Sender und Empfänger (Duplex).

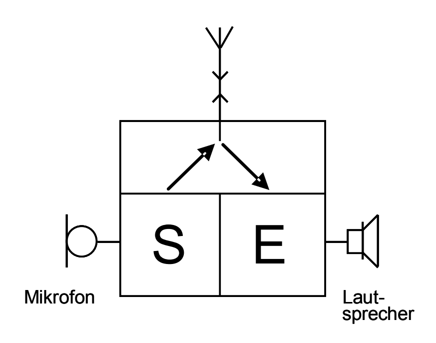


Abb. 24 Antennenweiche

2.11.4 Antennen

Antennen strahlen die elektromagnetischen Wellen ab bzw. nehmen sie auf.
Um alle Frequenzen und Anwendungsgebiete abdecken zu können, gibt es die unterschiedlichsten Antennenarten wie z.B.

- Rundstrahlantennen
- Richtantennen
- Ein-Band-Antennen
- Breitband-Antennen
- Zwei-Bereichs-Antennen (für parallelen 2 m- und 4 m-Betrieb)

Die Antennenlänge ist direkt von der Wellenlänge der Sendefrequenz abhängig. Die besten Abstrahleigenschaften werden mit Antennen erzielt, deren Länge ½ oder ¼ der Wellenlänge (λ) der verwendeten Frequenz entspricht.
λ/2-Strahler - als Rundstrahler oder Richtantennen für ortsfeste Landfunkstellen und Relaisfunkstellen.
λ/4-Strahler – als Rundstrahler für Fahrzeugfunkanlagen, überwiegend glatte Stäbe aus 2,5 mm Federstahldraht.
Wendelantennen – sind spiralförmig gewickelte λ/4-Strahler. Sie sind zwar kürzer und handlicher, haben jedoch schlechtere Abstrahleigenschaften.

Beispiel

Berechnung einer λ/4 Fahrzeug-Dachantenne im 4 m-Bereich, die auf den Funkkanal 468 abgestimmt werden soll.

Kanal 468 = Unterbandfrequenz[14] 76,635 MHz
Die Wellenlänge dieser Frequenz beträgt 3,92 m [vgl. Wellenlängenberechnung Kapitel 2.2]

Antennenlänge = λ / 4
= 3,92 m / 4
= 0,98 m

Die im Beispiel berechnete Antennenlänge ist optimal abgestimmt auf die in der Berechnung zugrunde gelegte Frequenz. Jede Abweichung von dieser Frequenz, bzw. das Schalten eines anderen Funkkanals, führt zu Leistungsverlusten. Diese Leistungsverluste werden aber im Betrieb durch den Anwender kaum wahrgenommen. Ansonsten wäre das Wechseln eines Funkkanals nicht möglich. Wird jedoch ein Fahrzeugfunkgerät dauerhaft auf einer abweichenden Frequenz betrieben, empfiehlt es sich die Antenne neu anzupassen. Die Art des Anpassens ist abhängig von der verwendeten Antenne. Einfache Drahtantennen werden je nach benötigter Länge ersetzt oder gekürzt.
Zusätzlich können Antennen durch eine elektrisch wirksame „Verlängerungsspule" in ihrer geometrischen Länge verkürzt werden.
Antennen von Handfunkgeräten stellen immer einen Kompromiss dar, da diese nicht mechanisch verändert werden können.

14 Eine Antenne wird in der Regel auf die Sendefrequenz (im Beispiel Unterband) angepasst, um eine maximale Sendeleistung über die Antenne abzustrahlen.

2.11.5 Hör- / Sprecheinrichtung

Hör-/Sprecheinrichtungen wie z.B. „Funkhörer" wandeln…

- … auszusendende Schallwellen im Mikrofon in elektrische Signale (NF) um.
- … empfangene elektrische Signale im Lautsprecher in Schallwellen um.

2.11.6 Stromversorgung

Fahrzeugfunkgeräte sollen an ein 12V Bordnetz angeschlossen werden. Die möglicherweise aufkommenden Spannungsschwankungen dürfen nur in einem Bestimmten Toleranzbereich liegen. Dieser Toleranzbereich kann der Technischen Richtlinie BOS entnommen werden.
Für den Betrieb in Lkws, mit einer Bordspannung von 24 V, ist ein zusätzlicher Spannungsregler erforderlich.

Bei ortsfesten Anlagen wird die Netzspannung von 230 V in einem Netzgerät auf etwa 15 V transformiert und gleichgerichtet.

Handfunksprechgeräte wurden in der Vergangenheit hauptsächlich mit wiederaufladbaren Nickel-Cadmium-Akkus (NiCd) betrieben. Da diese Akkutypen hoch giftiges Cadmium enthalten, dürfen sie seit 2008 nur noch für einige ganz spezielle Anwendungsgebiete produziert werden. Nicht nur im Funkbereich wurden sie mittlerweile weitestgehend durch Nickel-Metallhydrid-Akkus (NiMH) oder Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ion) ersetzt.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die eingesetzten Ladegeräte bezüglich Ladespannung bzw. Ladestrom sowie nach der Art der Zellen (NiCd, NiMH, Li-Ion) zum jeweiligen Akku passen müssen.
Ein wichtiger Faktor, der die Leistungsfähigkeit der Akkumulatoren beeinflusst, sind die Umgebungstemperaturen. Bei niedrigen Temperaturen muss mit deutlichen Leistungseinbußen gerechnet werden.
Wird ein Akku nicht verwendet, so verliert er über die Zeit einen Teil seiner gespeicherten Energie. Diesen Vorgang nennt man Selbstentladung. Das Maß der Selbstentladung hängt von Typ und Alter des Akkus sowie von der Lagertemperatur ab.

3 Arbeitssicherheit

3.1 Elektrischer Strom

Unfälle durch elektrischen Strom entstehen durch direktes oder indirektes Berühren von zwei stromführenden Leitern oder von einem Stromleiter bei gleichzeitigem Erdschluss sowie durch Funkenschlag, elektrischen Lichtbogen oder Blitzschlag.
Fließt elektrischer Strom durch den Körper, kann dies zu Verbrennungen, Muskelverkrampfungen, Bewusstlosigkeit oder Herzstillstand führen. Hierbei ist zu beachten, dass unter bestimmten Bedingungen bereits Stromstärken ab 50 mA tödlich sein können.

Gefahren durch Wechselstrom	
ab 10 mA	Muskelverkrampfungen. Das Loslassen der Stromquelle ist eventuell nicht mehr möglich.
30 mA – 50 mA	Mögliche Atemlähmung durch Anspannung der Atemmuskulatur und des Zwerchfells für die Dauer der Stromeinwirkung.
ab 50 mA	Auslösung von Herzrhythmusstörungen. Tod durch Herzkammerflimmern möglich.

Tab 1 Gefahren durch Wechselstrom

Meistens sind Unfälle mit elektrischem Strom auf Unkenntnis, Unachtsamkeit oder auch Leichtsinn zurück zu führen. Zur Vermeidung von Unfällen ist es demzufolge erforderlich, dass

- Kenntnisse über Unfallgefahren erworben und
- Unfallverhütungsvorschriften (UVV) beachtet werden.

3.2 Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Berührung

3.2.1 Schutzisolierung

Die mit elektrischem Strom in Verbindung stehenden Bauelemente eines Gerätes oder einer Maschine (z.B. Handbohrmaschine) müssen durch eine Isolierung (Gummi, Kunststoff) vor unbeabsichtigtem Berühren geschützt sein.

Wichtig: Sobald z.B. die Isolierung eines Verlängerungskabels beschädigt ist, muss es repariert werden.

3.2.2 Schutztrennung

Der Einsatz von Trenntransformatoren bewirkt die Trennung vom öffentlichen Stromnetz. Die am Trenntransformator angeschlossenen Geräte haben durch die Schutztrennung keine Erdverbindung mehr. Bei Körperschluss kann auf diese Weise kein Rückfluss des Stroms über den menschlichen Körper zur Erde mehr erfolgen.

3.2.3 Schutzkleinspannung

Eine Spannung unter 25V Wechselstrom oder 60V Gleichstrom wird als Schutzkleinspannung bezeichnet. Da bei solchen Spannungen davon ausgegangen wird, dass sie auch für Kinder und Tiere ungefährlich sind. Es müssen deshalb keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

3.3 Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme

3.3.1 Schutzleiter

Sind die nicht stromführenden Teile eines Gerätes, einer Maschine, etc... über einen Schutzleiter mit einem sogenannten Erder (mit der Erde) verbunden, spricht im Falle eines Kurzschlusses die Sicherung des Stromkreises an und unterbricht den Stromfluss. Schutzleiter werden als PE-Leiter (PE = protection earth) bezeichnet und sind mit einer grün-gelben Isolierung versehen.

3.3.2 Fehlerstromschutzschalter

Der Fehlerstromschutzschalter, kurz FI-Schalter, trennt das nachgeschaltete Stromnetz von der Stromversorgung ab, sobald ein Fehlerstrom von z.B. 30mA auftritt.

3.4 Schutzmaßnahmen gegen Überlast und Kurzschluss

3.4.1 Sicherungen

Bei vielen Sicherungen handelt es sich um sogenannte Schmelzsicherungen. Ein dünner Draht innerhalb der Sicherung schmilzt bei Überschreitung eines bestimmten Nennstrom und unterbricht den Stromfluss entweder für einen ganzen Stromkreis (Leitungsschutzsicherung) oder in einem Gerät (Geräteschutzsicherung). Solche Sicherungen dürfen in keinem Fall überbrückt oder durch Sicherungen mit einem höheren Nennstrom ersetzt werden.

3.4.2 Leitungsschutzschalter

Diese Schalter besitzen zwei getrennte Auslösemechanismen und sind sogenannte strombegrenzte Selbstauslöser. Entsteht bei Überlastung ein Überstrom, entsichert ein Bimetallauslöser (thermischer Auslöser) den Schalter und trennt bei länger anhaltender Überlastung den angeschlossenen Stromkreis von der Stromversorgung. Tritt ein Kurzschluss auf, wird durch einen elektromagnetischen Schnellauslöser der Stromkreis sofort unterbrochen. Der Schalter kann erst dann wieder von Hand betätigt werden, wenn die Fehlerursache beseitigt worden ist.

3.4.3 Motorschutzschalter

Motorschutzschalter, die bei größeren Anlagen (z.B. in der Klimatechnik) eingebaut werden, funktionieren ähnlich wie Leitungsschutzschalter. Bei zu hohem Strom trennt ein Bimetallschalter durch die Wärmewirkung des elektrischen Stroms das Anlagennetz und kann erst nach Abkühlung des Bimetalls wieder eingeschaltet werden.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass vorhandene Schutzeinrichtungen bestimmungsgemäß eingesetzt und nicht verändert z. B. „überbrückt" werden dürfen und stets in betriebssicherem Zustand eingesetzt werden. Defekte Elektrogeräte dürfen ausschließlich durch Fachpersonal instand gesetzt werden.

3.5 Erste Hilfe bei Stromunfällen

Ein Stromunfall birgt neben den offensichtlichen Verletzungen wie z.B. Verbrennungen oder Traumata durch Sturz immer die Gefahr einer Störung des Herz-Kreislaufsystems. So können lebensgefährliche Herzrhythmusstörungen auch bei anfänglicher Beschwerdefreiheit noch Stunden nach dem Ereignis auftreten.

Grundsätzlich sind nach einem Stromunfall die Vitalfunktionen Bewusstsein, Atmung und Kreislauf zu überprüfen. Bei einer Störung der Vitalfunktionen ist sofort über den Notruf der Rettungsdienst zu alarmieren. Dem Leitstellendisponenten ist mitzuteilen, dass es sich um einen Stromunfall mit Störung der Vitalfunktionen handelt. Bei einem Kreislaufstillstand ist sofort (auch durch Laien) mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung zu beginnen. Es gilt den Betroffenen so schnell wie möglich an einen Automatischen Externen Defibrilator (AED) an zu schließen und den Anweisungen des Gerätes zu folgen.

Die Betroffenen sind kontinuierlich zu betreuen. Lokale Verbrennungen durch die Stromeinwirkung sollten mit lauwarmem Wasser gekühlt werden. Dies führt zu einer Schmerzlinderung.

Großflächige Verbrennungen dürfen wegen der Gefahr der Unterkühlung nicht gekühlt werden! Generell ist bei der Betreuung Verunfallter auf den Wärmeerhalt zu achten.

Maßnahmen bei Störungen der Vitalfunktionen

- **Bewusstlosigkeit** und **vorhandene Atmung** Stabile Seitenlage, Vitalfunktionen kontinuierlich überwachen
- **Bewusstlosigkeit** und **Atemstillstand**
  Rückenlage → Reanimation beginnen, AED Einsatz
- **Atemnot**
  Oberkörperhochlagerung, einengende Kleidung öffnen, Vitalfunktionen kontinuierlich überwachen, Betreuung
- **Kreislaufstörungen/Schwindelgefühl** Schocklage, Vitalfunktionen kontinuierlich überwachen, Betreuung

3.5.1 Bei Niederspannungsanlagen (230/400 V)

Ist durch unbeabsichtigtes Umfassen spannungsführender Teile eine Muskelverkrampfung eingetreten, so dass der Betroffene sich nicht mehr lösen kann, so besteht auch für den Helfer die Gefahr einer Körperdurchströmung. In diesem Fall muss zuerst die entsprechende elektrische Anlage bzw. das elektrische Betriebsmittel spannungsfrei gemacht werden. Dies kann durch das Herausziehen des Steckers, das Betätigen des Hauptschalters oder das Herausnehmen der zugehörigen Sicherung geschehen. Bei Stromabschaltung löst sich der Muskelkrampf und es kann zu Sekundärverletzungen kommen durch beispielsweise Absturz.
Ist dies, z.B. aus Zeitgründen, nicht möglich, so muss man den Verletzten von den unter Spannung stehenden Teilen trennen. Dabei sollte der Helfer zunächst darauf achten, dass sein Standort isoliert ist. Ohne den Verletzten direkt zu berühren, kann man ihn nun an seinen Kleidern wegziehen oder mit einem nicht leitenden Gegenstand, z. B. einem Holz- oder Kunststoffstuhl, wegschieben.

3.5.2 Bei Hochspannungsanlagen

Beim Vorhandensein von Hochspannung muss zur Anlage ein Sicherheitsabstand eingehalten werden, da wegen der Gefahr der Bildung eines Lichtbogens Überschlagsgefahr besteht.
Rettungsmaßnahmen erst nach Freischaltung durch den Energieversorger einleiten. Schutzabstand von 5 m einhalten! Bei Stromabschaltung löst sich der Muskelkrampf des Verunglückten. Es besteht Absturzgefahr!

Erst wenn die Spannungsfreiheit sichergestellt ist, kann unmittelbar mit der Versorgung des Verletzten begonnen werden.

Grundsätzlich ist nach jedem Stromunfall eine ärztliche Untersuchung erforderlich, da Spätfolgen, insbesondere akute Herzrhythmusstörungen, auch Stunden nach dem Ereignis auftreten können!

3.6 Verhalten im Einsatz

Damit ein elektrischer Strom fließen kann, muss im Bereich der Niederspannung ein direkter Kontakt zu spannungsführenden Teilen hergestellt werden.
Im Bereich der Hochspannung reicht eine Annäherung an spannungsführende Teile. Bei Unterschreiten eines definierten Sicherheitsabstandes kann es zu einem Spannungsüberschlag unter Bildung eines Lichtbogens kommen. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Sicherheitsabstände dürfen daher nicht unterschritten werden.

Sicherheitsabstände	
bis 1000 Volt	1 m
bis 110 kV	3 m
bis 220 kV	4 m
bis 380 kV	5 m

Tab 2 Sicherheitsabstände zu spannungsführenden Teilen

3.6.1 Aufbau von Antennen

- Seitlicher Abstand zu elektrischen Einrichtungen mindestens 20m
- Ein erweiterter Schutzabstand zu Freileitungen ist einzuhalten. Die Faustformel ist: Masthöhe + Schutzabstand + Höhe des Strommasten = Erweiterter Schutzabstand
- Aufbau unter Freileitungen verboten,
- Das Ausfahren von Schiebemasten bei Dunkelheit erfordert besondere Aufmerksamkeit.
- Netzgespeiste Funkgeräte dürfen nicht im Freien benutzt werden oder sind vor Nässe zu schützen.

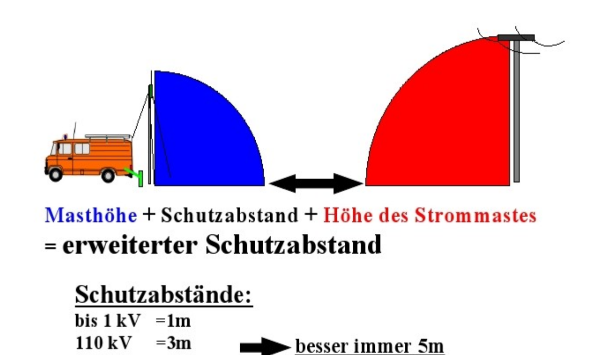


Abb. 25 Erweiterter Schutzabstand zwischen Fahrzeugantennenmast und spannungsführenden Leitungen

3.6.2 Verhalten bei Gewitter

Im Einsatzfall entscheidet der Einsatzleiter über die Aufrechterhaltung des Funkbetriebs unter der Berücksichtigung der Gefahrenabwägung und der Gefährdung des Einsatzerfolges:

- Örtliche Nähe des Gewitters,
- Fernmeldebetrieb bei Übungen einstellen,
- ggf. Leitungen von Antennen, die auf Schiebemasten am KFZ montiert sind, vom KFZ trennen,
- Fernmeldegeräte sollten - außer in dringenden Notfällen - nicht mehr betrieben und berührt werden
- Fahrzeug aufsuchen. Es sind bevorzugt Kfz. aufzusuchen, die nicht an Fernmeldeleitungen, Stromversorgungsleitungen, Antennenanlagen o. ä. angeschlossen sind.

3.6.3 Allgemeine Sicherheitshinweise zum Betrieb von Handsprechfunkgeräten

- Bevor ein eingeschaltetes Funkgerät ans Ohr gehalten wird, sollte in ausreichendem Abstand geprüft werden, ob die Lautstärke richtig eingestellt ist.
- Akkus sind so aufzubewahren und zu transportieren, dass die Kontakte nicht durch metallische Gegenstände (z. B. Schlüsselbund, Büroklammer) überbrückt werden können.
- Nur entsprechend zugelassene Funkgeräte dürfen in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden [s. Kapitel 3.7].
- Die beim Betätigen der Sendetaste abgestrahlte Energie kann sich negativ auf elektronische Geräte auswirken (z. B. Herzschrittmacher, Explosionsgrenzen-Messgeräte, medizinische Geräte).
- Vor der Benutzung von Funkgeräten in Hubschraubern und Flugzeugen ist mit dem Bordpersonal zu klären, ob die Funkgeräte betrieben werden dürfen.
- Reinigung und Pflege: Das Äußere von Funkgeräten, Zubehörteilen und Akkus darf nur mit einem trockenen bzw. „nebelfeuchten" Tuch gereinigt werden. Dabei ist zu beachten, dass an Kontakten und Gehäusefugen keine Feuchtigkeit stehen bleibt. Zum Abtrocknen des Gerätes ein weiches, saugfähiges und fusselfreies Tuch verwenden. Pflegehinweise der Hersteller beachten.

3.7 Ex-Schutz

Die Mehrzahl der bei den BOS vorgehaltenen Funkgeräte ist nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen.
Dennoch sind für bestimmte Einsatzaufgaben, z.B. die des Angriffstrupps, oftmals auch Ex-geschützte Handfunksprechgeräte erforderlich.

Die in diesem Zusammenhang verwendete Bezeichnung „Ex-geschützt" wird mittlerweile durch den europaweit eingeführten ATEX-Standard neu definiert. ATEX steht für die französische Abkürzung "Atmosphère explosible" und wird als Synonym für die Produktrichtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments verwendet.
Diese Europäische Richtlinie trat am 1. Juli 2003 in Kraft und legt die Regeln für das in Verkehr bringen von Produkten fest, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
Sie wurde in Deutschland durch die Explosionsschutzverordnung (11. GPSGV[15]) in nationales Recht umgesetzt.

15 Elfte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz

3.7.1 ATEX – Kennzeichnung

Die Kennzeichnung der explosionsgeschützten Geräte muss folgende Angaben enthalten:

- CE-Zeichen
- „Ex"-Zeichen (Epsilon-Kappa im Sechseck) 
- Gerätegruppe
- Kategorie
- Zündschutzart(en)
- Explosionsgruppe (bisher nur bei Gas, bei neuen Geräten auch bei Staub)
- Temperaturklasse

Ggf. sind noch Zusatzangaben zu machen, wenn die Norm dies vorsieht. Geräte, die mit einer EG-Baumusterprüfbescheinigung einer benannten Stelle ausgerüstet sind (elektrische Betriebsmittel für die Zonen 0, 20, 1, 21 müssen auf dem Typenschild, üblicherweise hinter dem CE-Zeichen, die Kennnummer der benannten Stelle aufführen, die die Fertigung überwacht. Das ist z. B. die 0102 für die Physikalisch-Technische Bundesanstalt.

Für den Anwender gilt:
Beim Einsatz von Ex-geschützten HandSprechfunkgeräten dürfen grundsätzlich nur zusammengehörige, zugelassene Komponenten (Funkgerät, Akku und Zubehörteile) verwendet werden. Die Herstellerangaben sind verbindlich und zwingend zu beachten.

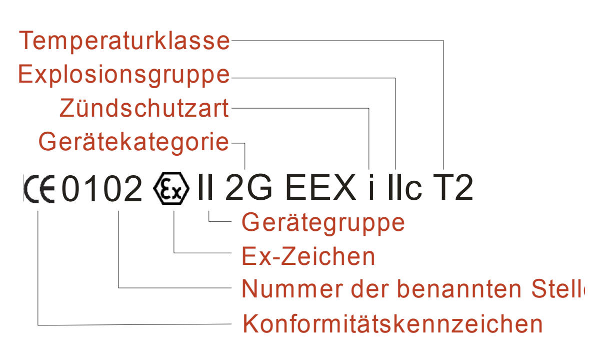


Abb. 26 Kennzeichnung eines Ex-geschützten-Gerätes

3.8 Gehäuseschutzarten

Funkgeräte sind durch ihren Einsatzzweck zahlreichen Umwelteinflüssen ausgesetzt, die sich nachhaltig auf die Funktion und Verwendbarkeit der Geräte auswirken können. Funkgeräte, die bei den BOS eingesetzt werden, müssen auch bei extremen Wetterbedingungen zuverlässig funktionieren. Neben den Umweltbedingungen stellen natürlich auch spezielle Einsatzzwecke gesonderte Anforderungen an die Geräte. So sollte ein Gerät, das bei Einsätzen auf oder an Gewässern eingesetzt wird auch ein versehentliches Eintauchen in Wasser standhalten, ohne dass die Funktionen beeinträchtigt wird. Um dies zu gewährleisten, sind die Hersteller gehalten ihre Produkte so zu konstruieren, dass sie den Belastungen im Einsatz standhalten.

Mit dem so genannten IP-Code wurde ein Bezeichnungssystem geschaffen, „das den Umfang und die Anforderung des Schutzes an ein Gehäuse eines elektrischen Betriebsmittel klassifiziert." [VDE 0470-1]

Der Ip-Code (auch IP-Schutzarten) enthält Angaben zum Berührungsschutz, Fremdkörperschutz und Wasserschutz.

Der Schutzgrad eines elektrischen Betriebsmittel lässt sich an dem genormten[16] Kurzzeichen IP (International Protection) und den nachfolgenden Kennziffern ablesen.

Die erste Kennziffer gibt den Grad des Berührungsschutzes und des Fremdkörperschutzes an. Es wird beschrieben in wie weit ein Gehäuse Schutz gegen den Zugang des menschlichen Körpers zu gefährlichen Teilen und gegen das Eindringen von Fremdkörpern bietet.

Die zweite Kennziffer gibt an, welchen Schutz das Gehäuse gegen das Eindringen von Wasser bietet.

16 DIN EN 60529 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

Gehäuseschutzarten Kennziffer 1	
Kennziffer	Schutzumfang
0	Kein Berührungsschutz;kein Schutz gegen feste Fremdkörper
1	Schutz gegen großflächige Berührung mit der Hand, Schutz gegen Fremdkörper Durchmesser > 50mm
2	Schutz gegen Berührung mit den Fingern, Schutz gegen Fremdkörper mit Durchmesser > 12mm
3	Schutz gegen Berührung mit Werkzeug, Drähten o.ä. mit Durchmesser > 2,5mm
4	Schutz gegen Berührung mit Werkzeug, Drähten o.ä. mit Durchmesser > 1mm
5	Schutz gegen Berührung, Schutz gegen Staubablagerung im Inneren
6	Vollständiger Schutz gegen Berührung, Schutz gegen Eindringen von Staub.

Tab 3 Gehäuseschutzarten Kennziffer 1

Gehäuseschutzarten Kennziffer 2	
Kennziffer	Schutzumfang
0	Kein Wasserschutz.
1	Schutz gegen senkrecht fallende Wassertropfen.
2	Schutz gegen schräg fallende Wassertropfen aus beliebigen Winkel bis zu 15 Grad aus der Senkrechten.
3	Schutz gegen schräg fallende Wassertropfen aus beliebigem Winkel bis zu 60 Grad aus der Senkrechten.
4	Schutz gegen Spritzwasser aus allen Richtungen.
5	Schutz gegen Wasserstrahl aus beliebigem Winkel.
6	Schutz gegen Wassereindringung bei vorübergehender Überflutung.
7	Schutz gegen Wassereindringung bei zeitweisem Eintauchen.
8	Schutz gegen Wassereindringung bei dauerhaftem Untertauchen, Anforderung nach Absprache zwischen Anwender und Hersteller.

Tab 4 Gehäuseschutzarten Kennziffer 2

Wird nun eine Kennziffer angegeben, muss die nicht angegebene Kennziffer durch den Buchstaben „X" ersetzt werden. Für den Berührungsschutz und den Fremdkörperschutz gilt, dass bei der angegebenen Bedingung auch alle niedrigeren Bedingungen erfüllt werden müssen. Beim Wasserschutz gilt dies nur bis zum Schutzgrad 6. Beispielsweise muss ein Gehäuse der Schutzart IP X7 nicht zwangsläufig einen gerichteten Wasserstrahl, wie in der Kategorie 5 gefordert, standhalten. Gehäuse, die beide genannten Kategorien erfüllen, werden mit einer Doppelkennzeichnung beschriftet (IP X5 / IP X7).
Im Bereich der digitalen Funkgeräte kommen überwiegend Gehäuse der Schutzart IP 54 zum Einsatz.

4 Rechtliche Grundlagen und Regelwerke

Die Vorschriften und Gesetze, die bei der Abwicklung des Sprechfunkverkehrs berührt werden, werden in jedem Kapitel entsprechend erwähnt.
Auf eine ausführliche Darstellung der einzelnen Vorschriften und Gesetze wird im Sinne einer praxisbezogenen Ausbildung verzichtet.
Der Ausbilder im Sprechfunk sollte mit den Rechtsgrundlagen vertraut sein.

Für das Errichten und Betreiben von Sprechfunkbetriebsstellen sowie für die Abwicklung des Sprechfunkverkehrs bei den Sicherheitsbehörden gelten eine Reihe von Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien und Vorschriften. Nachfolgend werden die wichtigsten Regelwerke angesprochen.

Bei jeder Nachrichtenübertragung mittels Sprechfunk, die nicht für die Öffentlichkeit bestimmt ist – egal ob analog oder digital – sind Rechtsvorschriften zum Schutz der transportierten Informationen zu beachten.
Diese betreffen nicht nur die Geheimhaltungspflicht durch das Fernmeldebetriebspersonal sondern auch den Missbrauch von Funkanlagen. In diesem Zusammenhang sind folgende grundlegenden Rechtsvorschriften relevant:

4.1 Grundgesetz (GG)

- Art. 10 - Unverletzlichkeit von Brief und Postgeheimnis
- Art. 73 Satz 7 - Ausschließliche Gesetzgebung des Bundes über das Postwesen und die Telekommunikation

4.2 Strafgesetzbuch (StGB)

Das StGB definiert Straftaten und regelt das Strafmaß.

- § 11 (1) Abschnitt 2 und 4 - Personen und Sachbegriffe
- § 201 (2) Abschnitt 3 und 4 - Verletzung der Vertraulichkeit des Wortes
- § 203 - Verletzung von Privatgeheimnissen

- § 331 - Vorteilannahme
- § 332 - Bestechlichkeit
- § 353b - Verletzung des Dienstgeheimnisses
- § 358 – Nebenfolgen

4.3 Verpflichtungsgesetz (VerpflG)

Gesetz über die förmliche Verpflichtung nichtbeamteter Personen.

- §1 - Verpflichtung einer Person auf die gewissenhafte Erfüllung ihrer Obliegenheiten ohne Amtsträger zu sein.

Die Teilnehmer, die am Sprechfunkverkehr der BOS teilnehmen, unterliegen der Verschwiegenheitspflicht. Deshalb sind sie nach dem Verpflichtungsgesetz auf die Einhaltung der Verschwiegenheitspflicht hin besonders zu verpflichten.

Bei einem Beamten ist diese Verpflichtung aufgrund seiner Treuepflicht dem Dienstherrn gegenüber und seines Status als Amtsträger nicht notwendig.

Angehörige der Freiwilligen Feuerwehren und der Werkfeuerwehren, die im Einsatzfall bzw. bei der Wahrnehmung ihrer zugewiesenen Aufgaben für den öffentlichen Dienst tätig werden, sind grundsätzlich zu verpflichten. Dabei ist auf die strafrechtlichen Folgen einer Pflichtverletzung hinzuweisen; die entsprechenden Paragraphen sind vorzulesen.

Über die Verpflichtung ist eine Niederschrift zu fertigen, die der Verpflichtete unterzeichnet. Er erhält eine Abschrift der Niederschrift. Ein entsprechendes Muster ist als Anlage 2 beigefügt. Zuständig für die Verpflichtung ist der Hauptverwaltungsbeamte oder ein von ihm Beauftragter. Auf die aktuelle Fassung der Gesetzestexte ist zu achten.

4.4 Telekommunikationsgesetz (TKG)

Das TKG ist ein deutsches Bundesgesetz, das den Wettbewerb im Bereich der Telekommunikation reguliert. Es regelt u. a.:

- § 1 - Zweck dieses Gesetzes
- § 2 – Regulierung und Ziele
- § 55 - Frequenzzuteilung
- § 88 - Fernmeldegeheimnis
- § 89 – Abhörverbot, Geheimhaltungspflicht der Betreiber von Empfangsanlagen
- § 90 – Missbrauch von Sendeanlagen

4.5 BDBOS-Gesetz

Auf der Grundlage des BDBOS-Gesetzes vom 28.08.2006 wurde die neue Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS) gegründet.

Die BDBOS ist eine Anstalt des öffentlichen Rechts, deren Aufgabe es sein soll, ein bundesweit einheitliches digitales BOS-Funksystem für die Sicherheitsbehörden aufzubauen und zu betreiben. Sie hat am 2. April 2007 in Berlin offiziell ihre Tätigkeit aufgenommen.

4.6 BOS Funkrichtlinie

Die BOS-Funkrichtlinie regelt die Bestimmungen für Frequenzzuteilungen zur Nutzung für das Betreiben von Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

Hier sind im Wesentlichen die technischen Rahmenbedingungen für das BOS-Funknetz festgelegt. Diese sind z.B.

- § 4 Berechtigte des BOS-Funks
- § 8 Frequenzbereiche
- § 11 Antennen
- § 12 Sendeausgangsleistung
- § 13 Planungsrundsätze für das Funknetz
- § 17Antragsverfahren für die Beantragung von Frequenzzuteilungen
- § 21 Schutz von Personen in elektromagnetischen Feldern

4.6.1 BOS-Funkrichtlinie Digitalfunk

Bestimmungen für Frequenzzuteilungen zur Nutzung für das Betreiben von digitalen Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) im Frequenzbereich 380 – 385 MHz sowie 390 – 395 MHz

Hier sind die technischen Rahmenbedingungen für das digitale BOS-Funknetz festgelegt.
Das sind u. a.

- § 1 Frequenzbereich
- § 3 Verhältnis zur BOS-Funkrichtlinie

4.7 Unfallverhütungsvorschriften (UVV)

Für den Bereich des Sprechfunkdienstes sind primär die im Folgenden aufgeführten Paragraphen der UVV- Feuerwehr zu beachten:

4.7.1 Gefährdung durch elektrischen Strom

- § 29. (1) Es dürfen nur solche ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden, die entsprechend den zu erwartenden Einsatz-bedingungen ausgelegt sind.

4.7.2 Sichtprüfungen

- § 30. Feuerwehr-Sicherheitsgurte, Fangleinen, Sprung-Rettungsgeräte, Leitern und ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel, sind nach jeder Benutzung einer Sichtprüfung auf Abnutzung und Fehlerstellen zu unterziehen.
- Zu § 30: Diese Forderung ist erfüllt, wenn diese Geräte und Ausrüstungen einer Kontrolle auf äußerlich erkennbare Schäden und Mängel ohne Zuhilfenahme von Prüfmitteln unterzogen werden.
- Für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel wird zusätzlich auf die Prüfbestimmung der UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel" verwiesen.

4.8 Dienstvorschrift "Sprechfunkdienst" (DV 810)

Die für den Sprechfunkdienst gültige Dienstvorschrift ist die PDV/DV 810. Sie wurde vom IM NRW per Erlass am 2.2.1987 eingeführt.

Diese Dienstvorschrift für den „Fernmeldebetriebsdienst" mit Ergänzung für den Katastrophenschutz beschäftigt sich mit der Durchführung eines Fernmeldeeinsatzes der BOS bei den Betriebsarten Fernschreibverkehr, Telegrafiefunkverkehr, Sprechfunkverkehr und Fernsprechverkehr.

Sie gilt sowohl für die Polizei (Kürzel: PDV), als auch für die Katastrophen-/Zivilschutz-Organisationen (Kürzel: DV), wie Feuerwehren, Technisches Hilfswerk, Deutsches Rotes Kreuz, Malteser Hilfsdienst, Arbeiter-Samariter-Bund, Johanniter Unfallhilfe, Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft.

Der Inhalt gliedert sich in acht große Abschnitte:

- Allgemeines
- Dienstbetrieb
- Nachrichten
- Fernmeldeverkehr
- Durchführung des Fernschreibverkehrs
- Durchführung des Telegrafiefunkverkehrs
- Durchführung des Sprechfunkverkehrs
- Durchführung des Fernsprechverkehrs

Die Vorschrift kann mit den ersten 4 Kapiteln und dem jeweils benötigten Betriebsart-Artikel als eigenständige Vorschrift herausgegeben werden, z.B. DV 810.3 „Sprechfunkverkehrsdienst"

4.9 Dienstvorschrift 102 „Taktische Zeichen"

Die SKK (Ständige Kommission für Katastrophenschutz) hat ein Regelwerk unter dem Namen DV 102 erstellt, in dem taktische Zeichen erläutert werden. Dieses Regelwerk beschreibt die Taktischen Zeichen zur Lagedarstellung. Sie beinhaltet auch Zeichen für den Fernmeldedienst.

Sprechfunkbetrieb bei den BOS

Im Allgemeinen kann beim BOS-Sprechfunk jeder Teilnehmer eines Sprechfunkverkehrskreises oder einer Gruppe das Gespräch eines anderen Teilnehmers des gleichen Teilnehmerkreises hören. Man spricht dann von einem „offenen Kanal". Dieses ist sowohl im analogen als auch im digitalen Funknetz realisiert, da sich diese Kommunikationsart einsatztaktisch bewährt hat. Um einen offenen Funkkanal möglichst effektiv zu nutzen, ist eine einheitliche Sprache und Verkehrsabwicklung zwischen allen Teilnehmern unbedingt notwendig [N. Eulig, Northeim].

5 Verhaltensgrundsätze

Öffentliche Mobilfunknetze stellen eine partielle gezielte Ergänzung der BOS-Kommunikation dar, die aber wahrscheinlich im Einsatz- und Krisenfall nicht im erwarteten Umfang zur Verfügung stehen. Das Mobilfunknetz stellt eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei Einsatzkräften dar und ist somit ein Ausnahmefall für den Einsatz. Im Sprechfunkverkehr werden Gruppengespräche angewendet. Aus diesem Grund sind besondere Verhaltensgrundsätze wichtig. Der Sprechfunkverkehr ist so kurz wie möglich, aber so umfassend wie nötig abzuwickeln, um einen effektiven Funkverkehr zu gewährleisten. Folgende Grundsätze sind zu beachten:

- Strenge Funkdisziplin halten
- vor Beginn des Funkgesprächs hören, ob der Kanal frei ist
- Höflichkeitsformeln unterlassen
- deutlich und nicht zu schnell sprechen
- nicht zu laut sprechen
- Abkürzungen vermeiden
- Zahlen unverwechselbar (einzeln) aussprechen
- Personennamen und Amtsbezeichnungen nur in begründeten Fällen nennen
- Eigennamen, unbekannte und schwer verständliche Worte ggf. buchstabieren
- Teilnehmer mit „Sie" anreden
- die Unterbrechung eines laufenden Funkgesprächs ist nur in Notfällen zulässig,

5.1 Funkdisziplin

Die Funkdisziplin umfasst z.B. das Verbot von Scherzen, Beleidigungen oder das absichtliche Stören wie Musik abspielen, unerlaubtes Unterbrechen, unnötiges Senden eines Signals (Tonruf) usw. Grund hierfür ist insbesondere die Wahrung der Sicherheit der am Funkverkehr teilnehmenden Einsatzkräfte. Belegte Kanäle können unter Umständen dazu führen, dass dringende Meldungen, wie z.B. Notrufe, nicht abgesetzt werden können.Die Funkdisziplin bedeutet auch sich an die Regelungen und Verhaltensgrundsätze zu halten, die vorgeschriebenen Redewendungen zu verwenden und den Funkverkehr aufmerksam zu verfolgen und bestehende Funkgespräche zu beachten. So ist ein Zusammenbrechen des Funkverkehrs bei großen Lagen zu verhindern und ein guter Funkverkehr jederzeit gewährleistet.
Die Aufforderung „Funkdisziplin" soll die Teilnehmer an das Einhalten dieser Regeln erinnern.

5.2 Vorrangstufen

Nachrichten werden nach Vorrangstufen anhand ihrer Dringlichkeit eingeteilt.

Wichtig ist die Unterteilung von Nachrichten nach:

- einfache Nachrichten (Einfach)
- dringende Nachrichten (Sofort)
- sehr dringende Nachrichten (Blitz)

Einfache Nachrichten werden in der zeitlichen Reihenfolge ihres Eingangs abgefertigt.

Dringende Nachrichten müssen als solche gekennzeichnet werden. Hierfür stehen, je nach Dringlichkeit, zwei Kennzeichnungen zur Verfügung:
Dringende Nachrichten, bei denen eine besondere Eilbedürftigkeit vorliegt und deren Verzögerung nachteilige Folgen mit sich bringen würden, werden mit dem Wort „SOFORT" gekennzeichnet.
Bestehender Funkverkehr wird nicht unterbrochen!

BLITZ-Nachrichten

Sehr dringende Nachrichten sind mit dem Wort „BLITZ“ zu kennzeichnen. Bestehender Funkverkehr wird unterbrochen.

Blitz-Nachrichten dürfen nur aufgegeben werden

- zum Schutz menschlichen Lebens
- zur Bekämpfung von Kapitalverbrechen oder bei Katastrophen
- im dringenden Interesse der öffentlichen Sicherheit und Ordnung

5.3 Sprechweise Alphabet und Zahlen

Für die unmissverständliche Übermittlung schwer verständlicher Worte, unbekannter Worte oder Eigennamen wird es in der Regel notwendig sein, diese zu buchstabieren.

Hierfür stehen sowohl ein Inlands-, wie auch ein internationales Alphabet[17] zur Verfügung.

Im BOS-Funk ist bislang das Inlandsalphabet zu verwenden.

Bei Übermittlung von Zahlen[18] im Sprechfunk kommt es in der Praxis häufig zu Problemen bei der Unterscheidung der Zahlen „zwei“ und „drei“.

Diese können vermieden werden, in dem die Zahl „zwei“ als „zwo“ gesprochen wird.

Um Missverständnisse zu vermeiden, werden Zahlen immer einzeln gesprochen. Insbesondere beim Diktieren von Zahlen kann es sonst zu Verwechslungen kommen. Beispiel: Die Zahl 89 wird diktiert und 98 wird aufgeschrieben.

17 Das internationale Alphabet, auch ICAO (International Civil Aviation Organization) oder NATO-Alphabet genannt, findet überwiegend Anwendung im internationalen Funkverkehr (Luftfahrt, Seeverkehr) und bei den westlichen Streitkräften.

18 Im Anhang „Ergänzungen für den Katastrophenschutz“ der PDV 810 ist die Aussprache von Zahlen in einer Tabelle festgelegt. Im praktischen Alltag wird diese Sprechweise nur selten benutzt; mit Ausnahme der Zahlen 2 und 3. An dieser Stelle wird daher nicht näher auf die Aussprache von Zahlen eingegangen.

Buchstabe	DIN 5009	ICAO/NATO
A	Anton	Alpha
Ä	Ärger	-
B	Berta	Bravo
C	Cäsar	Charlie
D	Dora	Delta
E	Emil	Echo
F	Friedrich	Foxtrott
G	Gustav	Golf
H	Heinrich	Hotel
I	Ida	India
J	Julius	Juliett
K	Kaufmann	Kilo
L	Ludwig	Lima
M	Martha	Mike
N	Nordpol	November
O	Otto	Oscar
Ö	Ökonom	-
P	Paula	Papa
Q	Quelle	Québec
R	Richard	Romeo
S	Samuel[19]	Sierra
SCH	Schule	-
ßß	Eszett	-
T	Theodor	Tango
U	Ulrich	Uniform
Ü	Übermut	-
V	Viktor	Victor
W	Wilhelm	Whiskey
X	Xanthippe	X-Ray
Y	Ypsilon	Yankee
Z	Zeppelin[20]	Zulu

Tab 5 Buchstabieralphabet

5.4 Gesprächsverfahren

Generell werden zwei Verfahren für die Durchführung eines Funkgesprächs beschrieben:

- Das normale Verfahren
- Das verkürzte Verfahren

5.4.1 Normales Verfahren

Das „normale Verfahren“ ist dadurch gekennzeichnet, dass der Teilnehmer, der das Gespräch beginnt, einen sogenannten Anruf absetzt, den die Gegenstelle in der Regel mit der Anrufantwort bestätigt.

Erst nach Bestätigung der Verbindung durch die Gegenstelle mittels Anrufantwort wird mit der Übermittlung der Nachricht begonnen. Der Empfang der Nachricht wird bestätigt und wenn alle Informationen ausgetauscht sind, wird das Gespräch beendet. Die nach der PDV/DV 810.3 vorgeschriebenen Betriebsworte sind in Tabelle 6 dargestellt.

19 Amtlich: Samuel nach DIN 5009

20 Amtlich: Zacharias nach DIN 5009

Beispiel

Anruf
„Johannes Paderborn 16-83-01 von Florian Paderborn, kommen“

Anrufantwort
„Hier Johannes Paderborn 16-83-01, kommen“

Nachricht
„Sie fahren Liboriberg Höhe Hausnummer 20, dort hilflose Person, kommen“

Bestätigung
„Hier Johannes Paderborn 16-83-01, verstanden, Ende“

	Struktur	Erläuterungen
Anruf an eine Gegenstelle	Rufnahme der Gegenstelle von eigener Rufname kommen.	Das Wort „kommen“ ist die Aufforderung zum Antworten.
Anruf an alle oder mehrere Gegenstellen	Hier Eigener Rufname. An alle… An alle außer… An alle im Bereich…	Die angerufenen Gegenstellen werden einzeln zur Anrufantwort aufgefordert.
Blinder Anruf	Rufname der Gegenstelle von eigener Rufname.	Meldet sich die Gegenstelle auch beim 2. Anruf nicht, kann die Nachricht „blind“ abgesetzt werden. Beim blinden Absetzen der Nachricht ist der Anruf ohne die Aufforderung „kommen“ anzuwenden und die Nachricht zweimal durchzugeben. Stammt die zu übermittelnde Nachricht nicht vom Funker selbst, ist der Auftraggeber der Nachricht darüber zu Informieren das die Nachricht „blind“ abgesetzt wurde.
Anrufantwort	Hier eigener Rufname kommen. warten. ich rufe zurück.	 Das Wort „kommen“ ist die Aufforderung zum Übermitteln der Nachricht. Das Wort „kommen“ ist durch „warten“ zu ersetzen, wenn angerufene Stelle die Nachricht nicht sofort aufnehmen kann. Das Wort „kommen“ ist durch „ich rufe zurück“ zu ersetzen, wenn angerufene Stelle nicht in der Lage ist, die Nachricht aufzunehmen.
Nachricht	Inhalt der Nachricht. ich buchstabiere ich berichtige Frage ich wiederhole	 Muss bei der Durchgabe einer Nachricht buchstabiert werden, ist dies mit den Worten „ich buchstabiere“ einzuleiten. Sprech- und Durchgabefehler sind sofort mit der Ankündigung „ich berichtige“ zu berichtigen. Anschließend ist mit dem letzten richtigen Wort zu beginnen. Fragen sind mit dem Wort „Frage“ einzuleiten. Fordert eine Gegenstelle die Wiederholung einer Nachricht, ist der Beginn der Wiederholung mit den Worten „ich wiederhole“ anzukündigen.
Bestätigung	Hier eigener Rufname verstanden. wiederholen Sie… …alles nach... …alles zwischen…und… …alles vor… Ende.	 Das Wort „verstanden“ quittiert die eingegangene Nachricht Bei Unklarheiten bezüglich der übermittelten Nachricht ist das Wort „verstanden“ durch „wiederholen Sie“ zu ersetzen. Das Wort „Ende“ schließt den Verkehr, wenn keine weiteren Nachrichten vorliegen.

Tab 6 Strukturen und Betriebsworte im allgemeinen Sprechfunkverkehr

5.4.2 Verkürztes Verfahren

Das „verkürzte Verfahren" kann bei sicheren Funkverbindungen und eingespieltem Funkverkehr angewendet werden.
Im Gegensatz zum „normalen Verfahren" wird hier die Übermittlung der Nachricht bereits an den Anruf gekoppelt. Die Gegenstelle quittiert dann den Empfang der Nachricht in Verbindung mit der Anrufantwort.
Dieses Verfahren führt zu einer deutlichen Verkürzung der Verkehrsabwicklung.

Beispiel

Anruf
„Pelikan Paderborn 1-58-01 von Florian Paderborn, kommen"

Anrufantwort
„Hier Pelikan Paderborn 1-58-01, kommen"

Nachricht
„Kommen Sie über Draht"

Bestätigung
„Hier Pelikan Paderborn 1-58-01, verstanden, Ende"

5.5 Kanalwechsel

Ein Kanal- bzw. Frequenzwechsel kann durchgeführt werden:

- zu festgelegten Zeiten
- auf Antrag einer Sprechfunkbetriebsstelle[21]
- auf besondere Weisung

Ein Wechsel ist von der mit der Leitung des Sprechfunkverkehrs beauftragten Sprechfunkbetriebsstelle anzukündigen.
Wird er außerhalb festgelegter Zeiten erforderlich, ist der Empfang der Ankündigung von allen Sprechfunkbetriebsstellen zu bestätigen.
Danach wird der Kanal-/Frequenzwechsel angeordnet und durchgeführt. Die mit der Leitung beauftragte Sprechfunkbetriebsstelle hält den / die bisherige(n) Kanal / Frequenz bis zur endgültigen Verbindungsaufnahme mit allen Sprechfunkbetriebsstellen besetzt.

Sprechfunkbetriebsstellen schalten selbstständig auf den bisherigen Kanal, wenn sie innerhalb von drei Minuten keine Verbindung bekommen.
Der neue Kanal ist ggf. benachbarten Sprechfunkverkehrskreisen mitzuteilen.

6 Meldungen

Das Thema Rückmeldungen wird nicht von der PDV/DV 810 behandelt. Unter Rückmeldungen sind standardisierte Meldungen[22] zu verstehen, die in jedem Einsatz angewendet werden.

Die folgenden Arten von Rückmeldungen werden unterschieden:

- **Ausrückmeldung**
  Meldung über das Ausrücken von alarmierten Kräften.
  In der Regel mittels FMS-Status.
  Ausnahme: z.B. Stärkemeldung der FF.
- **Eintreffmeldung**
  Meldung der alarmierten Kräfte über ihr Eintreffen am Einsatzort. In der Regel mittels FMS-Status.
- **Lagemeldung**
  Meldung über Art und Umfang des Ereignisses sowie getroffene (Erst-)Maßnahmen.
- **Nachforderung**
  Meldung über zusätzlich an der Einsatzstelle benötigte Kräfte und/oder Einsatzmittel.
- **Schlussmeldung**
  Meldung über das Ende der Einsatzmaßnahmen.

Wichtig für den Bereich der Feuerwehren:
Die Unterscheidung der Meldungen „Feuer unter Kontrolle" und „Feuer aus".

Die Meldung **„Feuer unter Kontrolle"** bedeutet, dass der Brand unter Kontrolle bzw. gelöscht ist, aber noch Maßnahmen an der Einsatzstelle durchgeführt werden.

21 Bei Sprechfunkbetriebsstellen handelt es sich nach der DV 810 um Sprechfunkzentralen oder um Sprechfunkstellen.

22 DIN 14011 Begriffe aus dem Feuerwehrwesen

Erst wenn keine weiteren Maßnahmen an der Einsatzstelle notwendig sind darf die Meldung **„Feuer aus"** erfolgen. Ein Unfall eines Feuerwehrangehörigen nach dieser Meldung wird in der Regel nicht als qualifizierter Dienstunfall anerkannt!

- **Bereitmeldung**
  Meldung über die wiederhergestellte Einsatzbereitschaft. In der Regel mittels FMS-Status.
- **Einrückmeldung**
  Meldung über die Rückkehr am Standort.
  In der Regel mittels FMS-Status.

6.1 Rückmeldung (Lagemeldung)

Aus den standardisierten Meldungen hat sich ein einheitliches Schema entwickelt und im Ausbildungs- und Einsatzdienst bewährt. Das sogenannte MELDEN-Schema. Wie in Kapitel 6 beschrieben, ist dieses Schema kein Bestandteil einer Dienstvorschrift:

Beispiel Merkwort MELDEN

Meldender
Wer ist für den Inhalt der Meldung verantwortlich

Einsatzstelle
Genaue Angabe des Einsatzortes, Straße, Hausnummer

Lage
Vorgefundene Situation

Durchgeführte Maßnahmen
Durchgeführte Maßnahmen, voraussichtliche Dauer

Eingeleitete Maßnahmen

Nachforderungen
Sind die eigenen Kräfte ausreichend?

7 Notfallmeldungen

Eine Notfallmeldung ist ein über Funk abgesetzter Hilferuf von in Not geratenen Einsatzkräften.
Eine Notfallmeldung ist in der PDV/DV 810 nicht näher beschrieben. Lediglich die Blitz-Nachricht zum Schutz menschlichen Lebens kann im Falle des Eigenunfall herangezogen werden und somit die Dringlichkeit der Meldung verdeutlichen.

Ein Mayday-Ruf ist identisch mit der Vorrangstufe „Blitz", wie sie in der PDV/DV 810 beschrieben ist
Die Notfallmeldung des unter Atemschutz befindlichen Trupps wird mit dem Kennwort „MAYDAY"[23] eindeutig und unverwechselbar gekennzeichnet [FwDV 7].

Das Kennwort **„MAYDAY"** muss bei allen Notfallsituationen im Atemschutzeinsatz verwendet werden.

Ablauf Notfallmeldung

Kennwort:	mayday;mayday;mayday
Hilfe suchende Einsatzkraft:	hier <Funkrufname> <Standort> <Lage>
Gesprächsabschluss:	mayday;kommen!

8 Funkrufnamen

Ein Funkrufname dient der Identifizierung eines Teilnehmers im Sprechfunkbetrieb.
Der Aufbau des Funkrufnamens erfolgt bei den nicht-polizeilichen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) nach einem bundesweit einheitlichen System. Die Zuständigkeiten für die Festlegung der Funkrufnamen/Kennungen sind in der BOS-Funkrichtlinie geregelt. Das Bundesministerium des Innern, das Bundesministerium der Finanzen und die zuständigen obersten Landesbehörden treffen betriebliche Regelungen zur Durchführung des BOS-Funks in ihren Bereichen. Sie regeln in gegenseitiger Absprache die Bildung von Rufnamen für Funknetze und von Rufnamenzusätzen zur Identifizierung der einzelnen Funkstellen und ggf. auch elektronische Kennungen nach einer gemeinsamen Systematik.
Die meisten Bundesländer haben ein einheitliches Schema für Feuerwehr und Rettungsdienst vereinbart. Das Schema des Technischen Hilfswerks ist

23 Die Bezeichnung „MAYDAY" leitet sich aus den französischen „aidez moi" oder auch „m´aidez" [gesprochen: mede], übersetzt „helfen Sie mir", ab.

bundesweit vorgegeben, da es sich bei dieser Organisation um eine Bundesanstalt handelt.
Nach dem einheitlichen Schema der Länder setzt sich der Funkrufname wie folgt zusammen:

- Kennwort für die Organisation
- Name Kreis/Stadt
- Wache/Standort
- Einsatzmittel
- Laufende Nummer

Zur Verkürzung der Funkrufnamen werden allen Behörden und Organisationen, Rufnamen bzw. Kennungen zugeordnet.

Die Festlegung der Kennzahlen für die Einsatzmittel im analogen BOS-Funk obliegt dabei bisher den Ländern.
So hat in Nordrhein-Westfalen ein RTW die Kennzahl 83, während ein RTW in Bayern die Kennzahl 71 trägt.

8.1 Funkrufnamen im analogen BOS-Funk

Im analogen BOS-Funk werden systembedingt (FMS-System) maximal zweistellige Kennzahlen für den Standort und den Einsatzmitteltyp verwendet. Für eine detaillierte Auflistung aller Organisationen und Einsatzmittel s. Modul B, *Funkrufnamen*.
Funkrufnamen im analogen BOS-Funk enthalten neben der Organisations- und Ortsbezeichnung drei Teilkennziffern, aus denen der Standort, das Einsatzmittel und die laufende Nummer hervor gehen.

Beispiel

KTW des DRK Paderborn. Das Fahrzeug ist nach örtlichem Funkkonzept dem Standort 16 zugeordnet.

Organisation	Kreis/Stadt	Standort	Einsatzmittel	Lfd. Nr.
Rotkreuz	Paderborn	16	85	01

Beispiel

Löschgruppenfahrzeug (LF 16/12) der Feuerwehr Heiligenhaus. Das Fahrzeug ist auf der Wache Heiligenhaus im Kreis Mettmann (Kennzahl 03 nach örtlichem Funkkonzept) stationiert.

Organisation	Kreis/Stadt	Standort	Einsatzmittel	Lfd.Nr.
Florian	Mettmann	03	44	01

Eine Ausnahme bilden die Funkrufnamen der Rettungstransporthubschrauber (RTH), die in die Primärrettung eingebunden sind. Prinzipiell gilt auch für diese Rettungsmittel die allgemeine Funkrufnamensystematik. Allerdings hat sich in den vergangenen Jahren in der Praxis die Nutzung einer Kurzform eingebürgert. Die Funkrufnamen für diese Rettungsmittel werden lediglich aus dem Organisationskennwort und der Kennzahl für den Standort gebildet. Das Organisationskennwort kennzeichnet hierbei abweichend von der generellen Funkrufnamensystematik nicht die eigentliche Organisation. Der Betreiber[24] des RTH ist somit aus dem Funkrufnamen nicht erkennbar.

Beispiel

RTH des Bundesministeriums des Innern. Standort Bielefeld.

Organisation	Kreis/Stadt	Standort	Einsatzmittel	Lfd.Nr.
Christoph		13		

Grenznah stationierte RTH führen i.d.R. die Zusatzbezeichnung „Euro", wie hier am Beispiel des RTH in Rheine.

Organisation	Kreis/Stadt	Standort	Einsatzmittel	Lfd.Nr.
Christoph			Euro 2	

8.2 Funkrufnamen im digitalen BOS-Funk

Mit der Einführung des digitalen Funksystems für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) wird bei jeder Verbindung ein Datensatz, die sogenannte operativ-taktische Adresse (OPTA) [vgl. Modul C, *Teilnehmeradressierung*] vom sendenden an jedes empfangende Endgerät übertragen. [*OPTA Richtlinie*, Ausschuss IuK, AK V der Ständigen Konferenz der Innenminister und Senatoren der Länder]

Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, Funkrufnamen im Klartext zu übertragen und auf den Endgeräten anzuzeigen. Eine bundesweite direkte Interpretierbarkeit des Funkrufnamens wird damit deutlich erleichtert.

Folgende Informationen werden im digitalten BOS-Funk übermittelt:

24 Betreiber von RTH sind das Bundesministerium des Innern (BMI), die Bundeswehr, der ADAC, die Deutsche Rettungsflugwacht (DRF) mit ihren Partnern HSD und HDM Luftrettung sowie weitere private Unternehmen.

- **Land**
- **Behörden- und Organisationskennzeichnung**
- **Regionale Zuordnung**
- und
- **Örtliche Zuordnung** (z.B. Standort, Ortsverband, Gemeinde, Wache bei Berufsfeuerwehren, Feuerwehrhäuser bei mehreren Feuerwehrabteilungen in einer Gemeinde)
- **Funktionszuordnung** (z.B. Fahrzeugtyp, Funktion, Aufgabe)
- **Ordnungskennung** für gleiche örtliche Zuordnung und Funktion
- oder
- **Funkrufname**
- und
- **Ergänzung** für Zusatzinformationen oder zur weiteren Unterscheidung bei gleicher Funktionszuordnung und Ordnungskennung

Das folgende Beispiel zeigt eine mögliche Darstellung von Informationen über den sendenden Teilnehmer im Display der/des empfangenden Teilnehmers. Es wird deutlich, dass nicht alle Informationen, die in der OPTA enthalten sind, auch zwangsweise im Display des Empfängers angezeigt werden. Die Darstellung der (verkürzten) OPTA ist nicht mit der Sprechweise des Funkrufnamens zu verwechseln.

Beispiel[25]

Bundesland	Behörden und Organisationskennzeichnung	Regionale Zuordnung	Örtliche Zuordnung	Funktionszuordnung	Ordnungskennung	Ergänzung
NW	FW	PB	10	RTW	1	

Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen

der **Sprechweise** des Funkrufnamen
der **OPTA**
der **Darstellung** des sendenden Teilnehmers im Display des Empfängers

Ob und ggf. wie sich künftig die Sprechweise der Funkrufnamen entwickelt, ist derzeit noch nicht absehbar. Fachlich sinnvoll und für die Funkteilnehmer wichtig ist jedoch, dass es keine unterschiedlichen Sprechweisen im Analog- und Digitalfunk gibt. Dies würde voraussichtlich zu Missverständnissen führen und eine latente Fehlerquelle im Sprechfunkverkehr darstellen. In Nordrhein-Westfalen gibt es erste Vorschläge zur Entwicklung einer für beide Systeme einheitlichen und leicht verständlichen Sprechweise. [Klaus-Peter Beckmann, Innenministerium NRW]

25 Das Beispiel zeigt die möglichen Informationen über einen Teilnehmer, die im Display eines Funkgerätes angezeigt werden können. Welche Informationen der OPTA tatsächlich angezeigt werden, ist abhängig von der Programmierung der Endgeräte. Die Sprechweise des Funkrufnamens ist hiervon unabhängig!

Navigation für Sprechfunker

Die Position von Einsatzkräften ist einsatztaktisch von großer Bedeutung. Während früher Kenntnisse im Bereich der Kartenkunde für die Bestimmung und Übermittlung von Positionen ausreichten, muss der Sprechfunker heute ebenso über Kenntnisse aus dem Bereich der Satellitennavigation verfügen. Die moderne Satellitennavigationstechnik hat jedoch auch ihre Grenzen und steht nicht überall zur Verfügung. Navigatorische Grundkenntnisse, auch im Bereich der Kartenkunde, sind damit weiterhin unerlässlich.

9 Karten

„Eine Karte ist das verkleinerte (durch den entsprechenden Maßstab), verebnete (durch die Kartenprojektion), durch Kartenzeichen und Signaturen (Ortsnamen und Zeichen für bestimmte Gegebenheiten in der Natur) erläuterte Abbild eines Teiles der Erdoberfläche.“ [L. Schott, M. Ritter, *Feuerwehrgrundlehrgang FwDV 2/2*]

Bei den Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) werden als Einsatzkarten hauptsächlich topografische (orts-, gegend- oder geländebeschreibende) Karten verwendet. Wichtigste Anforderung ist die genaue und vollständige Erfassung von Siedlungen, Verkehrswegen, Gewässern, Geländeformen, Vegetationsarten und anderen für die Orientierung wichtigen Eigenarten.

9.1 Aufbau einer topografischen Karte

Die folgende Abbildung zeigt den grundlegenden Aufbau einer topographischen Karte. Die einzelne Bestandteile werden in den nachfolgenden Kapiteln detailiert beschrieben.

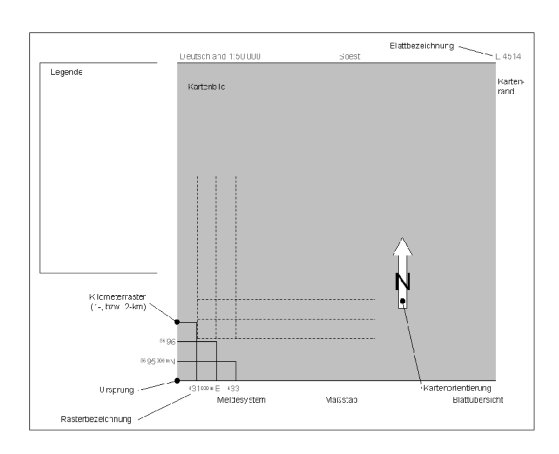


Abb. 27 Kartenaufbau topografischer Karten

[Hans Emmerling, IdF NRW]

9.1.1 Ausrichtung

Norden befindet sich bei allen topografischen Karten und bei den meisten anderen Kartenwerken oben. Die Ausrichtung orientiert sich am geografischen Nordpol. Die Abweichung zum magnetischen Nordpol ist neben dem Meldesystem in Gon[26] angegeben mit dem Bezugsdatum und jährlich sich ändernden Abweichung.

9.1.2 Blattbezeichnung

Über dem Kartenblatt, auf dem der Teil der Erdoberfläche abgebildet wird, befindet sich die Bezeichnung der Karte, bestehend aus der Blattbezeichnung und einem Ortsnamen, der stets die größte dargestellte Siedlung oder den größten Siedlungsteil bezeichnet.

Die Blattbezeichnung wird durch die Blattnummern eindeutig beschrieben. Die vierstellige Blattnummer basiert auf dem Kartenwerk der TK25[27]. Die TK25 basiert auf dem Messtischblatt[28].
Die ersten beiden Ziffern geben die Kartenblattreihe, die letzten beiden die Kartenblattspalte an.

---

26 Geodätisches Winkelmaß (0-400 Gon), im Unterschied zum math. Winkelmaß 0-360 Grad

27 TK (**T**opografische **K**arte) 25 = Maßstab 1:25.000

28 Der Name erklärt sich aus dem klassischen Aufnahmeverfahren von topographischen Karten im Gelände, die mittels Messtisch und Kippregel erfolgte. Diese Methode, erstmals aus dem ausgehenden 17. Jahrhundert in Württemberg überliefert, ist allerdings grundsätzlich maßstabsunabhängig. [Quelle: Wikipedia]

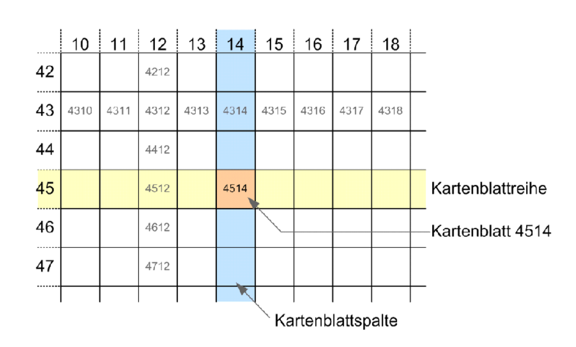


Abb. 28 Systematik der Kartenblattnummern der TK25

[J. Zündorf, IdF NRW]



Abb. 29 Blattübersicht der TK50 L4515

[J. Zündorf, IdF NRW]

Sowohl die Blattschnitte und –formate, wie die Blattbenennungen der TK50, TK100 und TÜK200[29], basieren auf der Systematik der TK25. Um Verwechselungen auszuschließen, wird zur Kennzeichnung der Blattnummern auf topgrafischen Karten im Maßstab 1:50.000 der Blattnummer ein L (L ist die römische Zahl für 50) vorangestellt. Ist ein C (C ist die römische Zahl 100) der Blattnummer vorangestellt, handelt es sich um eine TK100 und CC (=200) steht für die TÜK200. Die Zahl hinter dem Kürzel TK oder TÜK steht für den Maßstab multipliziert mit 1000 (TK 25 ist eine topografische Karte im Maßstab 1:25.000).

Auf den Folgekarten werden aufgrund der Halbierung des Maßstabs [s. Regeln zum Maßstab] jeweils vier Kartenblätter der Karten mit doppelten Maßstab zusammengefasst (vier Karten der TK25 werden auf einem Kartenblatt TK50 zusammengefasst). Damit zu einer vorliegenden Karte die entsprechenden Karten in den anderen Maßstäben schnell gefunden werden können, folgt die Benennung aus der Blattnummer des südwestlichen Kartenblattes der TK25, ergänzt durch eine römische Zahl entsprechend dem Kürzel des Maßstabs, sowie dem Namen des größten Ortes. Die erfasste Fläche der Folgekarte ergibt sich damit durch die jeweilige Verdopplung der Seitenlänge. Die entsprechenden Anschlusskarten werden im unteren Kartenrand in der Blattübersicht angegeben.

9.1.3 Maßstab

Jede Karte hat einen Maßstab. Dieser wird unter dem Kartenblatt angegeben und gibt das Verkleinerungsverhältnis zwischen Abbild und Urbild an, d.h. zwischen Kartenstrecke und Naturstrecke. Da es sich um das Verkleinerungsverhältnis zweier Strecken handelt, spricht man auch vom linearen Maßstab.

Beispiele

Maßstab 1:100.000:	1 cm Karte = 100.000 cm Natur
	1 cm Karte = 1 km Natur
Maßstab 1:50.000:	1 cm Karte = 50.000 cm Natur
	2 cm Karte = 1 km Natur
Maßstab 1:25.000:	1 cm Karte = 25.000 cm Natur
	4 cm Karte = 1 km Natur

Daraus ergibt sich folgende Regel:

Je kleiner die Maßstabszahl (= die Zahl rechts vom Doppelpunkt), desto größer der Maßstab und desto genauer und inhaltsreicher die Karte.

Je größer die Maßstabszahl, desto kleiner der Maßstab und desto generalisierter der Karteninhalt.

Merksatz

Streicht man von der Maßstabszahl in Gedanken zwei Stellen ab, dann erhält man jeweils die Strecke in der Natur, angegeben in Metern, die 1 cm der Karte entsprechen.

29 TÜK (**T**opografische **Ü**bersichts**k**arte]

Allerdings muss vor allem beim Abgreifen großer Entfernungen die Ungenauigkeit berücksichtigt werden. Diese begründet sich durch die Verzerrung des Kartenbildes infolge der Abbildung der Kugel in eine Fläche. Steigungen im Urbild und dem ungenauen Abgreifen von Bögen und Kurven.

Wie aus der Abb. 29 Blattübersicht der TK50 L4515 ersichtlich wird, stehen für ein Gebiet mehrere Karten unterschiedlicher Maßstäbe zur Verfügung. Auf die Wahl der Karte hat der Detaillierungsgrad einen entscheidenden Einfluss.

Der Maßstab einer Karte lässt sich bei topografischen Karten auch anhand der Koordinatenachsen ablesen. Die Beschriftung der horizontalen Achse gibt den Abstand zum Äquator in Kilometern an.

9.1.4 Kartenzeichen, Signaturen und Farben

Da in Abhängigkeit des Kartenmaßstabs viele Gegenstände (Straßen, Brücken, Häuser) nicht maßstabsgerecht wiedergegeben werden können, müssen sie, entsprechend ihrer Bedeutung, anschaulich hervorgehoben oder durch Kartenzeichen symbolisiert werden. Die Legende der Kartenzeichen befindet sich in der Regel am Kartenrand oder auf der Kartenrückseite. Sie ist strukturiert aufgeführt beginnend mit dem Verkehrsnetz, den Grenzen, den Geländeformen, Bodenbewachsung (Vegetation) und Gewässer, den topografischen Einzelzeichen und abschließend den verwendeten Abkürzungen.
Verkleinert sich der Maßstab wird die Darstellung generalisiert. Gleiches wird zusammengefasst, Details vereinfacht und Unwesentliches weggelassen.

In der Regel werden Karten vierfarbig ausgegeben. Die Situation wird in Schwarz dargestellt, Gewässer in Blau, die Vegetation in Grün und die Höhenlinien in Braun. Zusätzlich kommt ab dem Maßstab 1:50.000 Graublau für die Schummerung sowie Orange und Gelb für die Straßen des Fernverkehrs bzw. des Regionalverkehrs hinzu.
Neue Ausgaben weisen besonders für Flächen und Signaturen eine erweiterte Farbgebung auf.

9.1.5 Darstellung der Höhen und Geländeformen

Die Darstellung der Geländeformen sind auf Karten in Braun gehalten (Berge, Kuppen, Kegel, Höhenzüge, Täler, Mulden, Schluchten und Kessel).

Eine Höhenlinie verbindet alle Punkte gleicher Höhe miteinander. Von wenigen Ausnahmen abgesehen (z.B. Uferlinien stehender Gewässer) sind es in der Natur nicht vorkommende Linien. Der senkrechte Abstand zwischen den Höhenlinien bleibt auf dem gesamten Kartenblatt gleich und wird als Äquidistanz bezeichnet. Beachtet werden muss die Tatsache, dass in besonders steilem Gefälle aufgrund der Lesbarkeit Höhenlinien weggelassen werden.

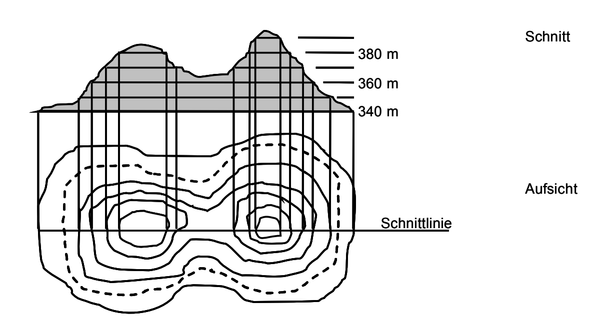


Abb. 30 Höhenliniensystem

[J. Zündorf, IdF NRW]

Festgelegt sind die Haupthöhenlinien. Die angezeigte Höhenschicht wird durch die für das jeweilige Kartenblatt festgelegte Äquidistanz definiert. Sie ist zum einen abhängig vom Kartenmaßstab (je kleiner der Maßstab, desto größer die Äquidistanz), und zum anderen von der Geländemodellierung (je flacher das Gelände, desto geringer die Äquidistanz).

Die Haupthöhenlinien werden durch dünne Linien angezeigt. Zur besseren Lesbarkeit werden Haupthöhenlinien der Einhunderterschritte durch dickere Linien hervorgehoben. Da in flacherem Gelände dadurch alleine keine ausreichende Höhendarstellung möglich ist (kleine Geländeformen werden nicht wiedergegeben) werden Hilfshöhenlinien eingefügt. In der Regel werden sie als unterbrochene Linien gezeichnet und enden stets dort, wo keine zusätzlichen Informationen mit ihnen verbunden sind. Die jeweilige Höhe ist durch die eingedruckte Höhenzahl in Metern angegeben. Durch die Höhenzahl lässt

sich auch die Gefällerichtung ermitteln. Der Zahlfuß zeigt immer hangabwärts.

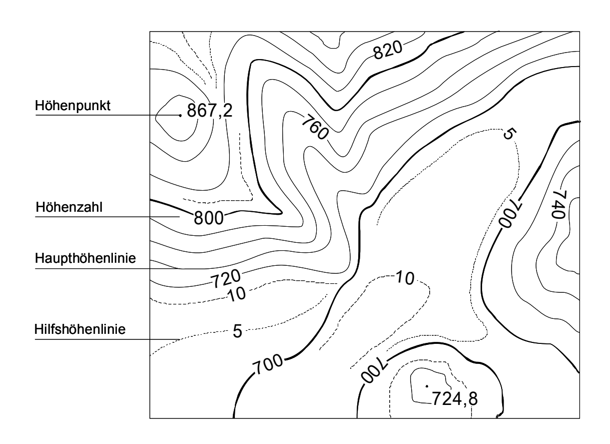


Abb. 31 Höhenliniensystem

[J. Zündorf, IdF NRW]

Erläuterung zur Abbildung 31:
Die Äquidistanz zwischen den Haupthöhenlinien beträgt in diesem Beispiel 20 m. Zur genaueren Bestimmung der Geländeform wurden im Tal Hilfshöhenlinien eingefügt.

In großmaßstäblichen Karten (Maßstab ≥ 1:10.000) sind die Höhenlinien das alleinige Darstellungsmittel zur natürlichen Geländedarstellung. Dagegen wird zur Verbesserung der Geländedarstellung der mittelmaßstäblichen Karten (bis Maßstab 1:500.000) das Höhenliniensystem durch eine schattenplastische Darstellung (Schummerung) ergänzt. Durch eine Schräglichtschummerung ähnlich auftreffender Sonnenstrahlen entstehen Schatten, deren Intensität von der Lage und Neigung der Geländeform abhängig ist. In der Regel wird dazu eine Beleuchtung des Geländes aus nordwestlicher Richtung angenommen, aber auch andere Richtungen sind möglich, wenn dadurch kleinteilige Geländeformen besser zur Geltung kommen.

Die Höhenlinien mit Höhenpunkten stellen die wichtigste Methode der Geländedarstellung dar. Die Abstände der Höhenlinien ermöglichen eine hinreichend genaue Berechnung von Gefälle und Steigung. Bei der Auswertung des Geländes ist der zur Lesbarkeit der Karte notwendige Mindestabstand der Höhenlinien auch in Abhängigkeit des Maßstabes zu berücksichtigen. So müssen zur Darstellung steiler Geländeformen Höhenlinien entfallen. Bei der Ableitung von Folgekarten in kleinerem Maßstab müssen die Äquidistanzen verdoppelt werden. Gleichzeitig ist eine Vereinfachung des Linienverlaufs erforderlich (Weglassen von Geländedetails).

Neben den großräumigen Geländeformen werden auch besondere Geländeformen, auch als Kleinformen bezeichnet, aufgezeigt. Diese lassen sich durch die bisher beschriebene Geländedarstellung nicht mehr darstellen. Zu diesen Formen gehören Dünen, Fels, Geröllhalden, Böschungen u.ä. Zur eindeutigen Darstellung werden Signaturen angewandt, die in der Legende bezeichnet werden.

9.2 Koordinaten

Koordinaten sind Gradangaben, Zahlen- und/oder Buchstabenkombinationen, die die Lage einer definierten Fläche in der Ebene oder im Raum bestimmen. Jedes Koordinatensystem wird definiert durch einen Ursprung, von dem die Koordinatenachsen ausgehen, und einer Skalierung der Achsen. Entsprechend der Skalierung wird die Karte von einem Koordinatengitter in gleich große Quadrate unterteilt. Der Ursprung einer Karte befindet sich immer in der unteren linken Ecke und wird ebenfalls durch eine Koordinate definiert.
Dadurch wird ersichtlich, dass zur Bestimmung einer Fläche auf der Karte stets zwei Angaben erforderlich sind: Die eine Angabe gibt den Abschnitt auf der horizontalen Achse an und die andere den der Vertikalen. Per Definition wird hierbei festgelegt, dass zuerst immer der Wert der horizontalen Achse und dann der Wert der vertikalen Achse bestimmt und genannt wird. Die Angabe der horizontalen Achse wird als Ost- oder Rechtswert bezeichnet und die Angabe der vertikalen Achse als Nord- oder Hochwert. Außerdem ist festgelegt, dass durch die Koordinaten die linke untere Ecke der definierten Fläche benannt wird.

Die Schreibweise der Koordinaten ist in Abhängigkeit des verwendeten Koordinatensystems unterschiedlich. Manche Systeme sind aufgrund ihrer Entwicklung aber sehr ähnlich strukturiert, so dass bei der Übermittlung die exakte Angabe zu beachten ist. Neben dem geografischen Koordinatensystem werden in Deutschland im Wesentlichen das

Gauß-Krüger-Koordinatensystem, das UTM[30]-Koordinatensystem sowie das UTMREF-Koordinatensystem verwendet. Außerdem werden auf amtlichen Stadtplänen sowie anderen Kartenwerken (beispielsweise Straßenkarten, Wanderkarten) ein System verwendet, dass sich aus Buchstaben und Zahlen zusammen setzt.

Abgesehen vom geografischen Koordinatensystem liegt allen Koordinatengittern das gleiche Prinzip zugrunde. Mittels der Koordinaten und den Abszissen[31] (unterstützt durch ein aufgelegtes Gitter) lässt sich jeder Punkt auf der Karte finden. In Abhängigkeit des Kartenmaßstabs und der Genauigkeit der Koordinate wird allerdings ein Punkt mehr oder weniger eindeutig definiert. Aus diesem Grund wird stets der untere linke Punkt eines Quadrates angegeben, dessen Kanten sich anhand der Koordinatengenauigkeit ergeben.

9.2.1 Auffinden eines Kartenpunktes

Nachdem man den Ostwert und den Nordwert getrennt hat, wird der Ostwert beginnend am Kartenursprung nach rechts und dann der Nordwert nach oben abgetragen. Am Ende dieser Strecke befindet sich der gesuchte Zielpunkt.

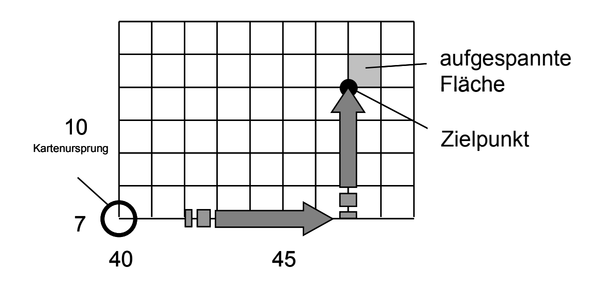


Abb. 32 Auffinden eines Kartenpunktes

[J. Zündorf, IdF NRW]

9.2.2 Ermittlung der Koordinate eines Kartenpunktes

Zur Übermittlung eines Kartenpunktes an eine andere Stelle muss die Koordinate bestimmt werden. Beginnend am Kartenpunkt wird zuerst der Ostwert durch die Verlängerung des Kartenpunktes senkrecht nach unten ermittelt. Für den Nordwert wird der Geländepunkt parallel zum unteren Kartenrand bis zum linken Kartenrand verschoben. Die so ermittelten Koordinaten werden in der Reihenfolge Ost-/Nordwert notiert.

Auf dieser Basis lassen sich die Koordinaten auf allen Karten mit den unterschiedlichsten Koordinatensystemen bestimmen, gleich ob es sich um eine Straßenkarte handelt oder um eine topografische Karte.

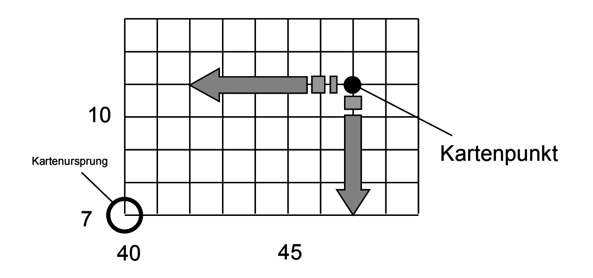


Abb. 33 Ermittlung der Koordinate eines Kartenpunktes

[J. Zündorf, IdF NRW]

9.2.3 Geografische Koordinaten

Das geografische Koordinatensystem basiert auf den Breitenkreisen (horizontal) und Längenkreisen (vertikal). Die Breitenkreise, parallele Kreise zum Äquator (00), werden zu den Polen 900 nach Norden (N) und 900 nach Süden (S) gezählt.
Vom Nullmeridian[32] (00) ausgehend werden die Längenkreise 1800 nach Westen (W) und 1800 nach Osten (E für East, da ein O mit der Zahl 0 verwechselt werden kann) bezeichnet.

Das relativ große Bogenmaß in Grad (0) wird zur genaueren Bestimmung in 60 Bogenminuten (´) und diese wiederum in 60 Bogensekunden (´´) unterteilt. Auch die Bogensekunde könnte nochmals unterteilt werden, was aber selten vorkommt. Allerdings entspricht eine Längenminute nur am Äquator einer Breitenminute, da die Meridiane zu den Polen zusammenlaufen.

30 **U**niversale **T**ransversale **M**ercatorprojektion
31 Horizontale Achse (x-Achse) in Koordinatensystemen

32 Der **Nullmeridian** ist ein senkrecht zum Äquator stehender und von Nord- zu Südpol verlaufender Halbkreis, von dem aus die geographische Länge nach Osten und Westen bestimmt wird. Seit 1884 ist durch die Internationale Meridiankonferenz der durch die Sternwarte in Greenwich verlaufende Meridian als Nullmeridian international anerkannt.

Beispiel

geografische
Koordinate: 51033´22´´N 007014´31´´E

entspricht
UTM-Koordinate: 32UMC47851189

Da dieses Koordinatensystem auf zwei Winkeln aufbaut, lässt sich anhand der geographischen Breite und der geographischen Länge jeder Punkt der Erde exakt als Punkt bestimmen, im Gegensatz zu den anderen Koordinatensystemen, die eine Fläche definieren. Mathematisch korrekt basiert das geographische Koordinatensystem auf den zwei Winkeln, die die Abweichung eines Punktes auf der Erdkugel zum Kugelmittelpunkt zu zwei Koordinatenebenen angeben. Der eine Winkel hat als Bezugsebene die Äquatorialebene, der andere Winkel die Meridianebene des 0-Meridians durch Greenwich.

9.2.4 Gauß-Krüger Koordinaten

Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem, 1912 eingeführt, war in Deutschland gedacht als Ersatz der zahlreichen Söldner-Systeme. Für Deutschland wurden vier Meridianstreifen mit einer Ausdehnung von 3° und zwar jeweils 1,5° östlich und westlich der Hauptmeridiane 6°, 9°, 12° und 15° östlicher Länge festgelegt. Zur Kennzeichnung der Teilsysteme werden den Koordinaten Kennziffern zugeordnet (2, 3, 4 und 5), die dem Rechtswert vorangestellt werden.

Die folgenden Ziffern des Rechtswertes (R) geben den Abstand zum Hauptmeridian an. Um negative Werte zu vermeiden erhalten die Hauptmeridiane (oder Mittelmeridiane den Wert 500.000 m. Dementsprechend befindet sich der gesuchte Punkt bei folgendem Rechtswert R = 4 405 057,629 m (4 … Kennziffer des 4. Meridianstreifens mit dem Hauptmeridian 12°; y = 405 057,629 m – 500 000 m = – 94 942,371 m) westlich des 12°-Meridians.

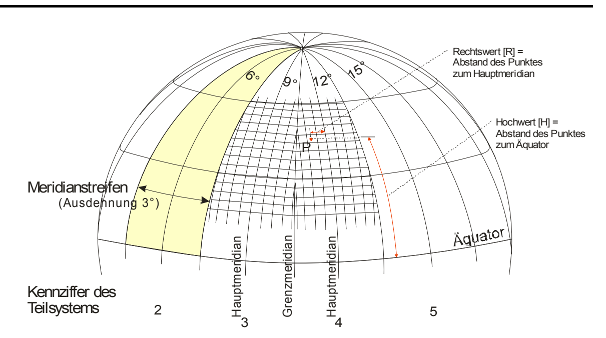


Abb. 34 Systematik des Gauß-Krüger-Koordinatensystems

[J. Zündorf, IdF NRW]

Der Hochwert (H = 5 368 263,248 m) gibt den Abstand des Punktes zum Äquator an (gemessen auf dem Hauptmeridian). Bei der Übermittlung der Koordinaten müssen Rechtswert und Hochwert deutlich voneinander getrennt werden. Zu beachten sind Abweichungen in den Entfernungen der Gauß-Kürger-Koordinaten gegenüber den UTM-/UTMREF-Koordinaten aufgrund unterschiedlicher Projektionsverfahren.
Die Genauigkeit wird durch die Stellen der jeweiligen Koordinate angegeben. Oben dargestelltes Beispiel wäre millimetergenau, in einer Karte aber nicht mehr darstellbar. Gleichzeitig sind je nach Karte oder Literatur andere Schreibweisen möglich: R = 2577; H = 5622 (Diese Koordinaten entsprechen einer kilometergenauen Angabe – der Punkt befindet sich 77 km östlich des 6°-Meridians und 5622 km nördlich des Äquators. Die Ziffer 2 im Rechtswert bestimmt den Meridianstreifen.)

9.2.5 UTM-Koordinatensystem

Seit 1998 ist den amtlichen topografischen Karten das UTM-Gitter zugrunde gelegt. Auf der zivil-militärischen Ausgabe der TK50 sind am Kartenrand nur noch die UTM-Koordinaten eingetragen. Allerdings fußt das UTM-Koordinatensystem auf dem gleichen Prinzip wie das Gauß-Krüger-Koordinatensystems. Im Unterschied zum Gauß-Krüger-Koordinatensystem, das ein rein deutsches System geblieben ist, handelt es sich um ein weltweit angewandtes Koordinatensystem. Der wesentliche Unterschied besteht in der Verdopplung der Meridianstreifenbreite auf 6° und einer anderen Zonennummerierung. Aufgrund

der Meridianstreifenbreite von 6° ergeben sich für die gesamte Erdoberfläche 60 Meridianstreifen (Zonen). Deutschland liegt in den Zonen 32 und 33 mit den Mittelmeridianen 9° und 15° östlicher Länge.
Analog zum Gauß-Krüger-System wird dem Mittelmeridian der Wert 500 km zugeordnet. Jedoch wird der jeweilige Meridianstreifen durch die Benennung der Zone vorweg genannt. Außerdem wird der Rechtswert des Gauß-Krüger-Koordinatensystems als Ostwert/East (E) und der Hochwert als Nordwert/North (N) bezeichnet. Auf Keinen Fall darf der Ostwert durch eine „O" gekennzeichnet werden. Im Schriftbild ist die Verwechslung mit einer Null nicht ausgeschlossen.

Beispiel

Zone 32 E=365 720 N=5 621 766

Der Ostwert liegt 134.280 m westlich vom 9°-Mittelmeridian (500.000 m – 365.720 m = 134.280 m) und der Nordwert gibt wie beim Gauß-Krüger-Koordinatensystem den Abstand zum Äquator an.

9.2.6 UTMREF-Koordinaten

Zur Bestimmung von Kartenpunkten auf einer topografischen Karte werden im militärischen Bereich und in der Gefahrenabwehr in der Regel UTMREFKoordinaten verwendet. Entwickelt wurde das System aus dem UTM-Koordinatensystem. Im Unterschied zum UTM-Koordinaten-system wurde ein Meldegitter (UTM-Refernce-System) eingefügt (Zonenfelder und 100-km-Quadrate), das diesem Koordinatensystem seinen Namen gibt.

Die Einteilung der Erdkugel in Ost-Westrichtung in 60 Zonen bleibt gleich, ebenso die Nummerierung der Zonen von 1, beginnend beim 180. Längengrad, von der West- über die Osthalbkugel bis 60. In Nord-Südrichtung wird die Erde nun aber in 8°-Parallelkreisbänder unterteilt. Die 20 Bänder liegen zwischen 80° Süd und 80° Nord und werden mit Buchstaben, beginnend bei 80 Grad Süd mit dem Buchstaben C, bezeichnet. Die Polkappen werden aufgrund eines anderen Vermessungssystems (Azimutabbildung[33]) anders bezeichnet.

Die Zonen und Bänder ergeben nun Felder, den so genannten Zonenfeldern. Der überwiegende Teil Deutschlands liegt im Zonenfeld 32U. Lediglich der östliche Teil Bayerns und die östlichen neuen Bundesländer befinden sich im Zonenfeld 33U.

Zur exakteren Bestimmung des Gebietes wird jede Zone östlich und westlich des Mittelmeridians sowie nördlich und südlich des Äquators in 100 km²-Quadrate unterteilt. Diese werden durch Buchstabenpaare definiert, deren Zusammensetzung so gewählt wurde, dass sich die Buchstabenpaare in Ost-West-Richtung erst nach 3 Meridianstreifen und in Nord-Süd-Richtung nach 2000 km wiederholen.

Auf topografischen Karten können die Zonenfeldbezeichnung sowie die Bezeichnung des 100-km-Quadrats dem Meldesystem entnommen werden. Wie das Beispiel zeigt, kann der Übergang zwischen zwei 100-km-Quadrate in einer Karte erfolgen. Diese Tatsache ist bei der Angabe der Koordinate zu berücksichtigen.

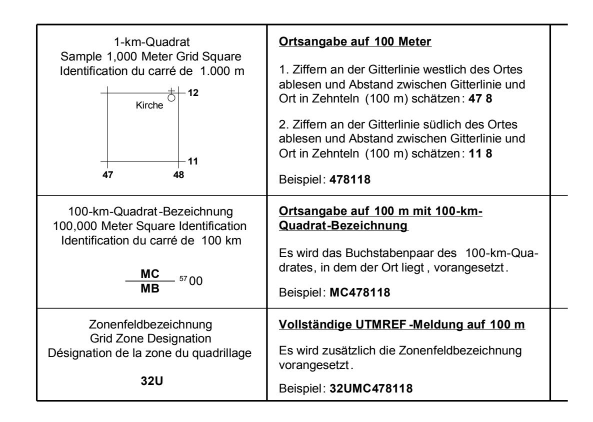


Abb. 35 Deutscher Teil des Meldesystems

[J. Zündorf, IdF NRW]

Zur genaueren Bestimmung sind die topografischen Karten mit einem Koordinatengitter überzogen, das die Karte in 1 km-Quadrate unterteilt. Wird als Ko-

33 Bei stereografischen Azimutalprojektionen erfolgt die Projektion auf eine Ebene, welche die Erde in einem Punkt berührt (z.B. Pol, Äquator oder eine andere Stelle). Dies hat zur Folge, dass nur Kugelkappen, höchstens jedoch eine Halbkugel, auf dieser ebenen Projektionsfläche abgebildet werden können. Das Universal Polar Stereographic (UPS) System ist ein stereografisches Azimutalprojektionsverfahren. UPS wird zur verzerrungsfreien Abbildung der Polregionen verwendet. Die Projektionsebene berührt die Erde in diesem Fall am Nord-, bzw. Südpol.

ordinate das Beispiel (4711) angegeben, wird dadurch die Fläche eines Quadratkilometers definiert. Für verschiedene Einsatzsituationen (Beispiel Waldbrand) kann die Genauigkeit eines Quadratkilometers ausreichen. Will man dagegen einen Kartenpunkt genauer definieren, muss das Raster verfeinert werden. Dazu wird das vorgegebene Kilometerraster entweder in Zehntel oder Hundertstel unterteilt. Dementsprechend verändern sich auch die Größe des aufgespannten Quadrats und damit die Genauigkeit. Eine genauere Eingrenzung des Beispiels könnte also lauten: 47851189

Die Genauigkeit einer Ortsangabe lässt sich demnach bereits anhand der Anzahl der Ziffern ablesen. Bei der Ermittlung einer Koordinate im Einsatz ist die Genauigkeit in Abhängigkeit des Umfeldes, des Kartenmaßstabs und der beabsichtigten Handlung des Empfängers zu wählen:

4-stellig	auf	**1000 m** genau	4711
6-stellig	auf	**100 m** genau	478118
8-stellig	auf	**10 m** genau	47851189

Eine noch genauere Angabe ist zwar heute durch EDV gestützte Kartenarbeit möglich, ergibt aber aufgrund des Kartenmaßstabs und der daraus resultierenden Lesbarkeit und Genauigkeit keinen Sinn.
Ersichtlich wird auch, dass die Ziffernfolge immer aus einer geraden Anzahl an Ziffern bestehen muss. Denn zur Suche der durch die Koordinate angegebenen Fläche auf der Karte muss der Ziffernblock in der Mitte geteilt werden. Bei einer ungeraden Anzahl von Ziffern liegt ein Fehler vor und der Punkt ist nicht zu bestimmen!
Den Ziffern wird die Zonenfeldbezeichnung wie auch das Buchstabenpaar des 100-km-Quadrats vorangestellt.

Beispiel

Vollständige Koordinate: 32U MC 4785 1189

Da sich Feuerwehreinsätze in der Regel nur über ein kleines Gebiet erstrecken, reicht in der Regel die Ziffernangabe als Koordinate aus, weil sich die Koordinaten, erst alle 100 km wiederholen würden. Allerdings sollte dann die Kartennummer mit übermittelt werden.

9.3 Planzeiger

Die einfachste und schnellste Bestimmung einer Koordinate erfolgt durch das Schätzen. Dies kann für verschiedene Einsatzsituationen, vor allem im freien Gelände oder zur Bestimmung von Wegekreuzungen im Wald völlig ausreichend sein. Je genauer eine Koordinate sein muss und desto mehr Details sich um den definierten Punkt befinden, desto exakter muss die Koordinate bestimmt werden. Dazu verwendet man entweder Planzeiger oder kombinierte Kartenwinkelmesser/Planzeiger.
Ein Planzeiger enthält häufig verschiedene Skalen für unterschiedliche Maßstäbe. Daher muss streng auf die richtige Skala zum entsprechenden Kartenmaßstab geachtet werden. Zusammengehörende Skalen bilden einen rechten Winkel. Wenn die richtige Skala unten waagerecht und rechts senkrecht ist, ist der Planzeiger richtig angelegt. Überprüfen lässt sich die Wahl der richtigen Skala bei topografischen Karten anhand des Gitternetzes. Der Abstand der Koordinatenlinien beträgt 1 km.

Dementsprechend muss die Skala des Planzeigers bei richtiger Verwendung dieses anzeigen.

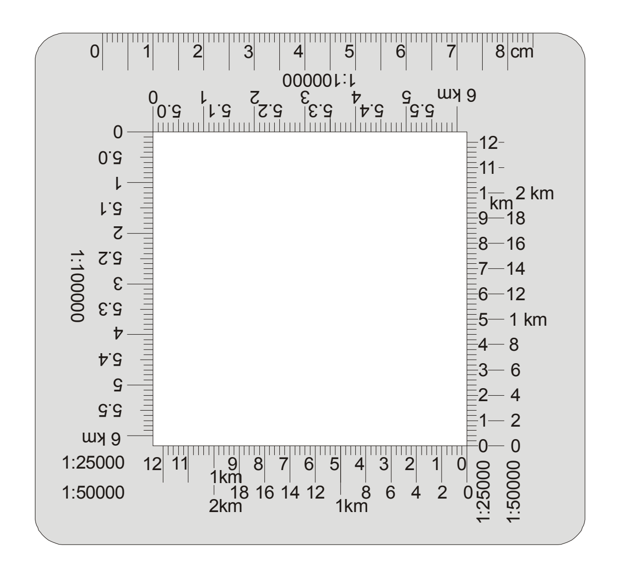


Abb. 36 Planzeiger für verschiedene Kartenmaßstäbe

[J. Zündorf, IdF NRW]

Der Planzeiger liegt bereits für die Verwendung auf Karten der Maßstäbe 1:25000 und 1:50000 richtig. Um nun den durch die Beispielkoordinate definier-

ten Punkt zu bestimmen, wird wie folgt vorgegangen.

Im ersten Schritt wird die Koordinate zerlegt: 32U MC 4785 1189. Anhand der Ziffern wird nun das Gitterquadrat bestimmt, in dem der gesuchte Punkt liegen muss. Der Planzeiger wird an der Gitterlinie des Hochwertes (hier 11) angelegt und kann nun entlang dieser Linie verschoben werden.

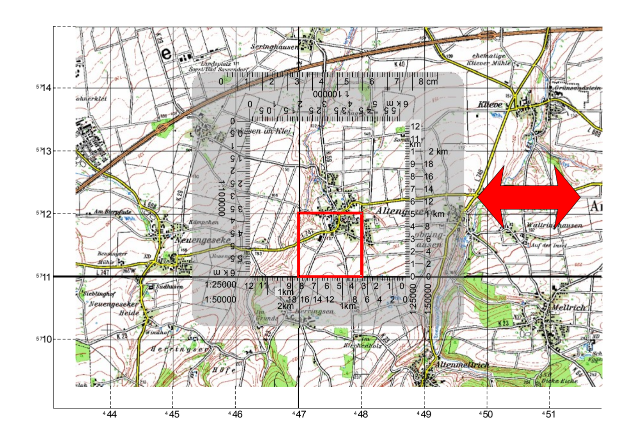


Abb. 37 Anlegen des Planzeigers 1

[J. Zündorf, IdF NRW]

Im zweiten Schritt wird der Planzeiger auf der horizontalen Gitterlinie verschoben, bis die hintere oder die hinteren beiden Ziffern des Rechtswertes auf der horizontalen Gitterlinie liegt. Im letzten Schritt werden die letzte oder die letzten beiden Ziffern des Hochwertes an der vertikalen Skala des Planzeigers abgelesen und so der untere linke Punkt der gesuchten Fläche bestimmt.

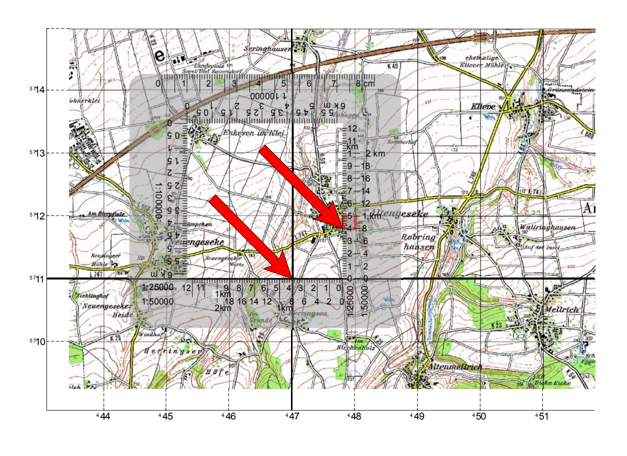


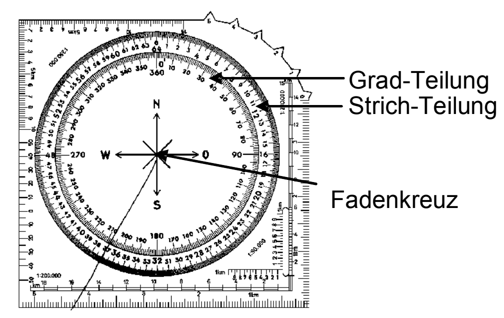
Abb. 38 Anlegen des Planzeigers 2

[J. Zündorf, IdF NRW]

Zur Bestimmung der Koordinaten zu einem Kartenpunkt verfährt man auf gleiche Weise. Der Planzeiger wird mit der richtigen Maßstabsskalierung auf die untere waagerechte Gitterlinie gelegt und so verschoben, dass die rechte horizontale Skala an der linken unteren Ecke der zu definierenden Fläche anliegt. Nun muss nur noch abgelesen und die Entscheidung der Genauigkeit der Fläche getroffen werden.

Wie schon erwähnt eignet sich nicht nur der Planzeiger sondern auch ein Kartenwinkelmesser zur Ermittlung von Koordinaten.

Ein anderer Einsatzbereich der Kartenwinkelmesser ist das Bestimmen von Winkeln bzw. Himmelsrichtungen auf Karten.



Bei gegenwärtiger „Fadenlage“ sind entweder 208 Grad oder 37 (Langform 3.700) Strich abzulesen

Abb. 39 Kartenwinkelmesser

[J. Zündorf, IdF NRW]

Hierzu wird das Gerät mit seinem Fadenkreuz auf einen bestimmten Punkt der Karte (beispielsweise der eigene Standort) entsprechend den Himmelsrichtungen ausgerichtet und dann der daran befindliche Faden auf einen weiteren bestimmten Punkt (Zielort) gezogen. Auf dem Kartenwinkelmesser durchschneidet der Faden nun zwei Vollkreisteilungen, an denen der entsprechende Wert (360 Grad- oder 6.400 Strich-Teilung) abgelesen wird. Somit ist auf einer Karte, unabhängig von Lage und magnetischen Einflüssen, eine Richtungsbestimmung als Himmelsrichtung, Grad- oder Strichangabe zu treffen.

9.4 Straßenkarten

Sehr häufig kommen Stadtpläne im alltäglichen Einsatzgeschehen zur Anwendung. Hauptsächlich dienen solche Stadtpläne zum Auffinden von Straßen und zur Ermittlung von Anfahrtsrouten. Teilweise sind in amtlichen Stadtplänen neueren Datums zusätzlich die Hausnummern eingetragen. Für umfangreiche Einsatzstellen können mit Hilfe solcher Karten auch Bereitstellungsräume festgelegt und benannt werden.

Problematisch bei der Arbeit mit solchen Kartenwerken ist die fehlende Einheitlichkeit im Aufbau und den Darstellungsformen. In amtlichen Stadtplänen wird der Ursprung durch die UTM-Koordinaten angegeben und anhand des Koordinatengitters sind Entfernungen leicht abzulesen. Sonderbauten werden farblich hervorgehoben und benannt, wie teilweise auch Industrie- und Gewerbegebiete farblich von den Wohngebieten unterschieden werden. Höhenunterschiede lassen sich, wenn überhaupt nur anhand der Höhenpunkte ermitteln.
In Stadtplänen der verschiedenen Anbieter lassen sich derartige Informationen nicht zwingend entnehmen. Daher sind die Angaben anhand der Maßstäbe und Legenden stets zu überprüfen.

Vor allem stimmen die unterschiedlichen Koordinatengitter nicht überein! (Achtung: Ein Anbieter hat in den letzten Jahren bei der Herausgabe einer neuen Auflage die Beschriftung der Koordinatenachsen getauscht!)

Benötigt werden Stadtatlanten auch zur Einweisung von Rettungshubschraubern, die sich häufig anhand solcher Kartenwerke orientieren.

9.5 Deutsche Grundkarte

Geplant war die Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5.000 (DGK 5) als Grundkartenwerk zur Basis einer einheitlichen Landesaufnahme (geplant 1923). Aus diesem Kartenwerk sollten durch die Generalisierung alle anderen Kartenwerke abgeleitet werden. Allerdings wurde das geplante Kartenwerk nicht fertiggestellt, auch weil in manchen Landesteilen großmaßstäbliche Kartenwerke existieren.

Die Situation ist grundrissgetreu wiedergegeben, alle Objekte mit einer Ausdehnung von mindestens 1,5 m sind in ihren tatsächlichen Ausmaßen dargestellt. Weil die Bebauung einschließlich der Flurstücksgrenzen aus den Liegenschaftskarten entnommen wurde, wird das Kartenwerk auch als Katasterplankarte bezeichnet.
Die Geländedarstellung erfolgt durch Höhenpunkte und Höhenlinien. Ausgegeben wird die Karte in der Regel einfarbig. Häufig wird das Kartenwerk auch für technische Planungen herangezogen, wie Abwasserplänen und Hydrantenplänen.

Zukünftig soll die DGK 5 durch das Basis-DLM (Digitales Basis-Landschaftsmodell), durch die Automatische Liegenschaftskarte (ALK) und der daraus abzuleitenden Karten 1:5.000 (AK 5), 1:10.000 und 1:25.000 ersetzt werden. Zusätzlich erlangen Luftbildkarten eine immer größere Bedeutung.

9.6 Besonderheiten

Das Landesvermessungsamt NRW sowie andere Landesvermessungsämter haben die topografischen Karten 1:50.000 (TK50) umgestellt.
Es hat sich sowohl das Layout als auch das Kartendatum geändert. Bislang war das Kartendatum[34] für die TK 50 das Europäische Datum von 1950 (ED 50). Das neue Kartendatum ist das Weltweite Geodätische System 1984 (WGS 84 / ETRS 89). Das Kartendatum ist unter dem Maßstab am unteren Kartendatum aufgeführt.

Mit dieser Umstellung verschoben sich alle Koordinaten von Objekten, wobei die Koordinaten gleich aussehen. Dieses gilt sowohl für UTM und UTMREF Koordinaten als auch für Gauß-Krüger-Koordinaten. Gerade bei gleichzeitiger Nutzung von alten und neuen Karten wird es erhebliche Probleme geben, sofern die Umrechnung der Koordinaten nicht berücksichtigt wird.
Auf den alten Karten mit Kartendatum Europäisches Datum von 1950 (ED 50) ist die Angabe zur Um-

34 Das Kartendatum bezeichnet das Bezugssystem der jeweiligen Land- oder Seekarte, das auf einer angenommenen Form der Erde und festen Bezugspunkten für die Längen- und Breitengrade des Koordinatensystems basiert. Jedes Land hat i.d.R. sein eigenes Kartendatum. (Für die deutsche Grundkarte 1: 5000 (DGK5) mit Gauß-Krüger Koordinatensystem ist das Kartendatum derzeit noch das Potsdam Datum). Es ist auch hier vorgesehen in Zukunft ein anderes Kartendatum zu verwenden.

rechnung auf dem rechten oberen Rand aufgedruckt.
Weiterhin werden andere Karten wie z.B. Freizeitkarten oder Kreiskarten (Kreiskarten nur auf Anforderung) mit dem UTM-Gitter auf WGS84 umgestellt bzw. ergänzt.
Zur Einheitlichkeit der verschiedenen europäischen Kartensysteme strebt das Militär ein einheitliches System an. Da dieses Kartenwerk auf einem neuen Vermessungssystem aufbauen wird, wird auch ein neues Koordinatensystem generiert.

10 Global Positioning System (GPS)

Im Zeitalter von Satelliten lässt sich der Standort am leichtesten durch einen GPS-Empfänger bestimmen. Jedoch hat auch dieses System Grenzen, die dem Anwender bekannt sein müssen.

Das GPS wurde ursprünglich für rein militärische Zwecke entwickelt. Heute findet es ebenso Anwendung im zivilen Bereich. Die Genauigkeit der Positionsbestimmung wurde dabei anfangs für den zivilen Bereich künstlich herabgesetzt (ca. 100 m), um potentielle militärische Gegner von einer genauen Positionsbestimmung auszuschließen. Am 02. Mai 2000 wurde die künstliche Ungenauigkeit abgeschaltet, so dass aktuell im zivilen Bereich eine Genauigkeit bei der Positionsbestimmung von unter 10 m in 95% der Messungen möglich ist. Allerdings besteht die Möglichkeit in Krisengebieten die zivile Nutzung des GPS örtlich einzuschränken Die zentrale Kontrolle des GPS liegt nach wie vor bei der amerikanischen Luftwaffe[35]. Die GPS-Satelliten dienen neben ihrer Aufgabe zur Positionsbestimmung auch dem Verteidigungsprogramm der US-Regierung. Alle Satelliten verfügen über Sensoren für Infrarot und Gammastrahlung und Detektoren für EMP[36]. Mit ihrer Hilfe sollen Atombombenexplosionen und Starts von Interkontinentalraketen registriert werden.

10.1 Funktionsprinzip

Das System beruht auf drei Segmenten: den Satelliten, den Kontrollstationen und den Empfängern. Mindestens 24 Satelliten befinden sich in einer Höhe von ca. 20.000 km in der Erdumlaufbahn und bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 3,9 km/s auf Bahnen, deren Ebenen eine Neigung von 55° gegenüber dem Äquator besitzen. Diese Anordnung soll ermöglichen, dass zu jeder Zeit und an jedem Ort auf der Erde mindestens vier Satelliten zur Verfügung stehen.

Ein Empfänger könnte nun, vereinfacht gesagt, mit der empfangenen Sendezeit des Satelliten im Vergleich zu seiner eigenen Systemzeit die Laufzeit des Signals berechnen. Da man weiß, dass sich die Signale mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, lässt sich mit Hilfe der jetzt bekannten Zeit, die das Signal vom Satelliten zum Empfänger gebraucht hat, die Entfernung zum Satelliten berechnen. Diese Überlegung setzt allerdings voraus, dass der Empfänger die exakt gleiche Uhrzeit hat, wie der Sender.
Um nun eine Positionsbestimmung im Raum durchführen zu können, benötigt man das Signal von drei Satelliten. Stellt man sich die Ausbreitung der Signale kugelförmig vor, so gibt es genau einen Schnittpunkt, der die Position des Empfängers (E) darstellt.

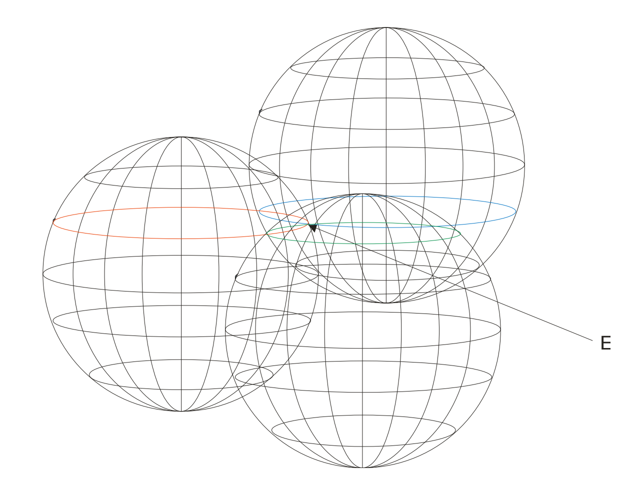


Abb. 40 Positionsbestimmung im Raum

35 50th Space Wing, US Air Force Space Command, Schriever AFB, Colorado
36 Elektromagnetischer Impuls (z.B. in Folge einer Kernwaffenexplosion)

10.1.1 Genauigkeit der Positionsbestimmung

Die Genauigkeit der Positionsbestimmung hängt maßgeblich vom verwendeten Empfänger, der Anzahl und der Anordnung der empfangenen Satelliten ab.

Problematisch ist, dass die Uhren der Satelliten und die des Empfängers nicht synchron sind. Daraus ergibt sich ein Fehler in der zuvor beschriebenen Entfernungsmessung. Für eine Genauigkeit von drei Metern müssten die Laufzeiten mit einer Genauigkeit von 10 Nanosekunden bestimmt werden.

An dieser Stelle bedient man sich der sogenannten Pseudolaufzeitmessung. Von einer Pseudolaufzeitmessung spricht man, wenn man die Signallaufzeiten des Satelliten im Vergleich zu einer Empfängeruhr misst, die nicht mit dem Sender synchronisiert ist. Diese Pseudoentfernungen unterscheiden sich also von den tatsächlichen Entfernungen durch einen Entfernungsbetrag, der von der Zeitdifferenz, die Sender und Empfänger aufweisen, abhängt. Der Grund für die Berechnung der Pseudolaufzeiten anstelle eines Vergleichs der Systemzeiten liegt in einer mathematisch höheren Auflösung.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Eindeutigkeit der Position bei Pseudolaufzeitmessungen zu drei Sendern.

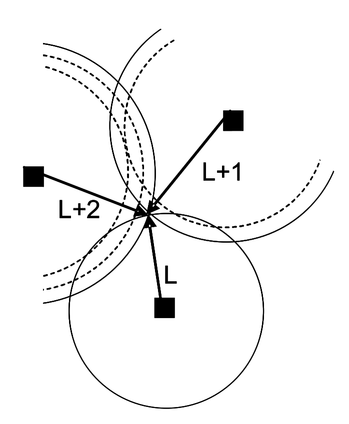


Abb. 41 Positionsbestimmung bei Pseudolaufzeitmessung

Mathematisch gesehen ist die Positionsbestimmung eine Gleichung mit vier Unbekannten: der Position x,y,z und der Zeit t, die als einzelne Gleichung nicht lösbar ist. Für jede Gleichung die berechnet werden soll, wird ein Satellit benötigt. Für eine möglichst exakte Positionsbestimmung werden also vier Satelliten benötigt.

Eine weitere Fehlerquelle stellt die Position der Satelliten zum Empfänger dar. 90° Winkel sind für eine genaue Positionsbestimmung günstig, während sehr kleine Winkel oder Winkel um 180° eine Messungenauigkeit verursachen. Dieser Fehler wird als DOP (Dilution of Precision) oder auch Verringerung der Genauigkeit bezeichnet.
Neben den systembedingten Fehlerquellen gibt es atmosphärisch bedingte Störungen, die zum Teil durch Modellberechnungen rausgefiltert werden.
Bei guten Bedingungen sind im zivilen Bereich mit handelsüblichen GPS-Empfängern Genauigkeiten von deutlich weniger als zehn Meter zu erreichen.

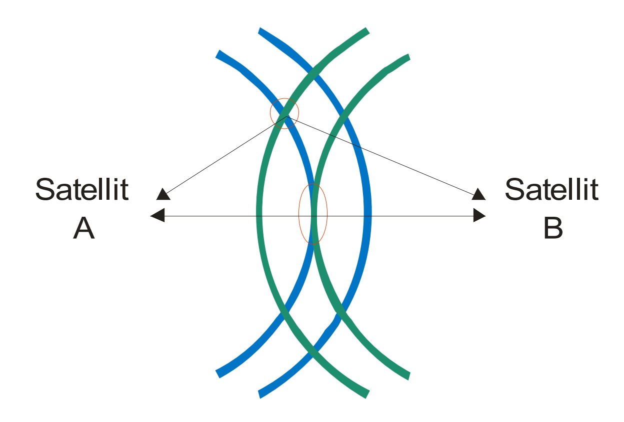


Abb. 42 DOP (Dilution of Precision)

Für einen optimalen Empfang muss die Empfängerantenne „freie Sicht“ auf die Satelliten haben. Während Wolken und selbst leichte Stoffe, wie Textilien, die Sicht nicht wesentlich beeinflussen, wird man in Wäldern, Gebäuden und engen Häuserschluchten Schwierigkeiten haben, ausreichend Satellitensignale zu empfangen. Starke Schneefälle können ebenfalls zu Störungen führen. Regen und Nebel beeinträchtigt den Empfang jedoch normalerweise nicht.
In Fahrzeugen kann durch zusätzliche, vom Fahrzeug gemessene Daten, wie Geschwindigkeit, Beschleunigung und Drehrate eine noch präzisere Positionsbestimmung durchgeführt werden oder aber

auch in Funklöchern, wie z.B. Tunneln, eine Position ermittelt werden.

Eine noch präzisere Messung (Millimeterbereich) ist im zivilen Bereich derzeit nur mit dem sogenannten Differential-GPS möglich.
Beim Differential-GPS werden mehrere Empfänger eingesetzt, um die Genauigkeit zu erhöhen. Zusätzlich wird ein Empfänger auf einem genau bekannten Vermessungspunkt installiert. Diese „Basisstation" ermittelt Messfehler des Systems und gibt die Korrekturdaten an die anderen Empfänger weiter.
Die erreichbare Genauigkeit hängt hier vor allem von der Satellitenkonstellation und der Entfernung des zur Positionsbestimmung eingesetzten Empfängers zur Basisstation ab.

10.2 Praktische Anwendung

Die Auswahl an GPS-Empfängern für private Anwender ist mittlerweile riesig. Eine Auflistung aller Funktionen kann deshalb hier nicht erfolgen.
Im Folgenden soll auf wesentliche Funktionsmerkmale eingegangen werden, die für die Praxis relevant sind.

Grundsätzlich unterscheidet man Geräte für die Straßennavigation und für die Outdoor-Navigation sowie Geräte mit und ohne Kartendarstellung. Das zugrunde gelegte Koordinatensystem (WGS84, ETRS89, UTM, etc.) lässt sich in der Regel über eine Menüeinstellung wählen, so dass die Geräte weltweit einsetzbar sind.

Modelle mit Kartendarstellung zeigen die Position auf sogenannten Vektorkarten an. Die Ablesbarkeit hängt maßgeblich von der Größe und der Auflösung des Displays ab. Die Kartendarstellung ist wiederum abhängig vom Speicherplatz des Gerätes und von der benutzten Software. Mittlerweile sind selbst topografische Karten verfügbar.

Weitere nützliche Funktionen von GPS-Empfängern sind:

- Autorouting (Zielführung auf der Straße mit Sprachansagen)
- Speichern von Wegpunkten (Waypoints, WP)
- Ermittlung von Richtung und Entfernung zu gespeicherten oder eingegebenen Zielen (Adressen, WP, Kartenpunkten, POI, etc.)
- Berechnung der geschätzten Ankunftszeit (ETA)[37]
- Aufzeichnung von zurückgelegten Strecken (Tracks)
- Ermittlung der aktuellen Richtung und Geschwindigkeit

10.2.1 Richtungsbestimmung

Zur Ermittlung der aktuellen Richtung stehen, je nach Gerätetyp, zwei Methoden zur Verfügung:

- Alle GPS-Empfänger sind in der Lage, die aktuelle Richtung zu bestimmen, wenn sie in Bewegung sind. Hierzu werden in kurzen Abständen die Positionen bestimmt und daraus eine Richtung berechnet.

- Eine Richtungsbestimmung im Stand ist nur möglich, wenn das Gerät über einen zusätzlich eingebauten elektronischen Kompass verfügt, der, unabhängig von den GPS-Signalen, auch im Stand die Richtung des Empfängers bestimmen kann. Vor der Benutzung des Kompasses müssen die Geräte kalibriert werden. Hierzu muss das Gerät im Kalibriermodus einmal langsam um 360^0 gedreht werden.

Sprechfunker, die als Luftbeobachter eingesetzt werden, werden unter Umständen mit GPS-Empfängern konfrontiert, die speziell für die Luftfahrt konzipiert sind. Diese GPS-Empfänger unterscheiden, im Gegensatz zu Geräten für die Straßen- oder Outdoornavigation, verschiedene Richtungsangaben.

- **DTK (Desired Track, Sollkurs)**

Der Desired Track, auch Sollkurs, gibt die Richtung von der Ausgangposition zum Zielpunkt an. Dieser Wert ändert sich nicht, solange keine neue Ausgangsposition festgelegt wird.

- **TRK (Track, Heading, Kurs)**

37 **E**stimated **T**ime of **A**rrival (ETA)

Der Track, auch Heading oder Kurs, zeigt die Richtung an, in die man sich tatsächlich bewegt (Kompasskurs)[38].

- **BRG (Bearing, Peilung)**

Die Bezeichnung Bearing oder Peilung gibt die Richtung zum Zielpunkt, gemessen von der aktuellen Position, an. Dieser Wert ändert sich je nach Abweichung vom Sollkurs.

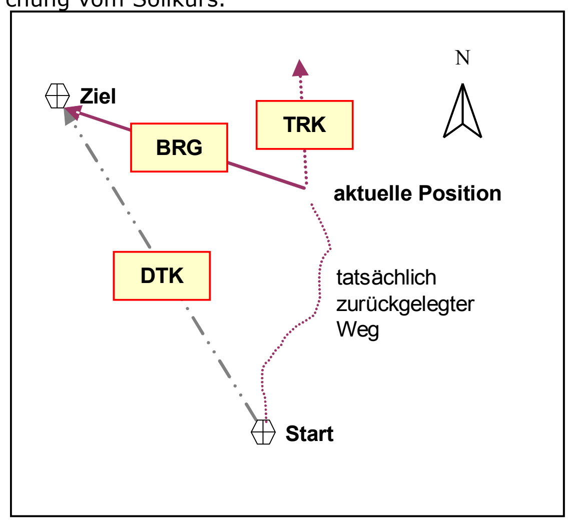


Abb. 43 Erklärung DTK TRK und BRG

10.3 Positionsbestimmung durch Dritte

Die Ortung eines reinen GPS-Empfängers ist nicht möglich, da das Gerät nur Signale empfängt und nicht sendet.
Moderne Einsatzleitsysteme in Leitstellen nutzen GPS zur Positionsbestimmung von Fahrzeugen zur Umsetzung der „Nächste-Fahrzeug-Strategie". Hierzu müssen die Fahrzeuge neben dem GPS-Empfänger einen Sender haben, der die empfangenen Signale, bzw. die Position, an den Einsatzleitrechner weitergibt.
Im Digitalfunk werden sowohl für Handfunkgeräte, als auch für Mobilfunkgeräte GPS-Empfänger optional angeboten.

38 Bei Luftfahrzeugen und Schiffen bezeichnet der TRK die Richtung der Flugzeug- oder Schiffslängsachse. Die Bewegungsrichtung kann sich je nach Seitenwind oder Strömungsverhältnissen deutlich unterscheiden.

Taktische Hilfsmittel für den Sprechfunker

11 Fernmeldeeinsatzunterlagen

Taktische Hilfsmittel bzw. Führungsmittel unterstützen die effektive Führungsarbeit auf Verbandsebene. Kenntnisse über das jeweilige örtliche Funkkonzept sind hierfür unerlässlich.

11.1 Skizzen im Fernmeldedienst

In den Skizzen des Fernmeldedienstes werden Fernmeldeverbindungen bildlich, mit Angabe der wichtigsten technischen und betrieblichen Eigenschaften, dargestellt.
Für die Einzelheiten der Darstellung werden Symbole verwandt (taktische bzw. technische Zeichen sowie Schaltzeichen[39]). Sie werden von der Fernmeldeführung erstellt und sind allen am Einsatz beteiligten zur Verfügung zu stellen.
Es wird dabei unterschieden zwischen

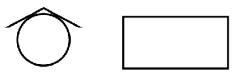
- Taktischen Skizzen und
- Technischen Skizzen

11.1.1 Allgemeiner Aufbau und Format der Skizzen

Das Format der Skizze sollte nicht kleiner als DIN A4 sein. Bewährt hat sich die Darstellung im Querformat.

Jede Skizze ist mit einer Kopfzeile zu versehen, die in drei Felder geteilt wird. Das linke Feld enthält die herausgebende Dienststelle und ggf. die Funktion des Verfassers der Skizze, im mittleren Teil ist die Art der Skizze und ihr Verwendungsbereich anzugeben, in das rechte Feld ist der Gültigkeitsvermerk (gültig ab, Uhrzeit) und der Verschlusssachenvermerk einzutragen.
Der Herausgeber der Skizze (z.B.: Fachberater Fernmeldedienst, Fernmeldezugführer) hat mit der Angabe seiner Dienststellung für die Richtigkeit (F.d.R.) der Darstellung im rechten Feld der Kopfleiste zu unterschreiben.
Bei der Erstellung der Skizzen sind die Größenverhältnisse der verwendeten Zeichen untereinander zu berücksichtigen. Eine übersichtliche und äußerlich ansprechende Darstellung der Fernmelde-Verbindungen ermöglicht ein schnelles Erfassen benötigter Einzelheiten.

11.1.2 Taktische Fernmeldeskizze

Taktische Skizzen dienen taktischen Führern (z.B.: Leiter des Stabes, Fachberater, Einheitsführer) als Arbeitsunterlage. Technische Einzelheiten werden in diesen Skizzen nur insofern aufgenommen, als sie von taktischen Führern benötigt werden. Einzelne Funkverkehrskreise oder Fernsprech-Fernschreibverbindungen können in der gleichen Skizze gemeinsam dargestellt werden. Geplante Fernmeldeverbindungen werden gestrichelt gezeichnet.
Die Eigenart der Verbindung wird in einem Bedingungszeichen  angegeben.

Es werden dargestellt/angegeben:

- Fernmeldestellen mit den taktische Zeichen der Befehlsstellen, Einheiten, Einrichtungen, Dienststellen, wie z.B.:

- Bestehende und/oder geplante Fernmelde-verbindungen mit Bedingungszeichen sowie die Arbeitskanäle der Funkverkehrskreise



- die Anzahl der Verbindungswege,
- der Übergang in andere Netze,
- die Hauptanschlüsse.

39 Eine detaillierte Auflistung der taktischen Zeichen befindet sich in der DV100 und in dem Entwurf der DV102 (s. Anhang).

Überlagernde Fernmeldeverbindungen sind hierbei leicht erkennbar.

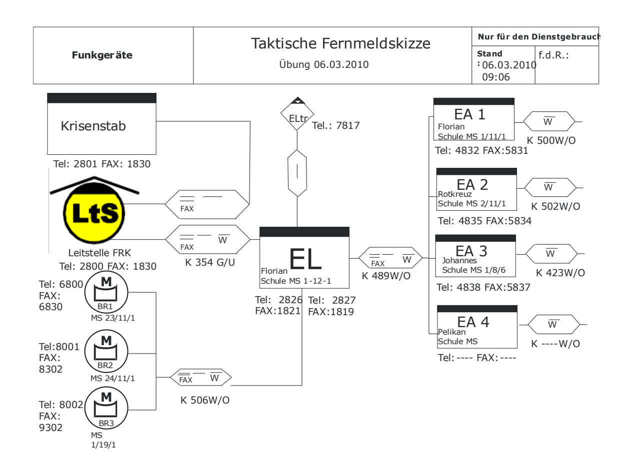


Abb. 44 Taktische Fernmeldeskizze

11.1.3 Technische Fernmeldeskizze

Technische Skizzen sind dem Fernmeldepersonal als Arbeitsunterlage vorgesehen. Es sind alle wesentlichen Einzelheiten technischer bzw. betrieblicher Art aufzunehmen. Dabei kommen hauptsächlich technische Symbole oder Schaltzeichen nach DIN[40] zur Anwendung.

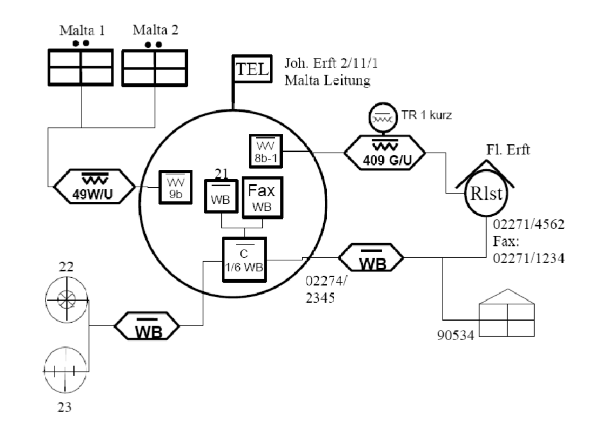


Abb. 45 Technische Fernmeldeskizze

[Hornfeck, Malteserhilfsdienst Köln]

Aus der technischen Fernmeldeskizze müssen Details, wie Standorte, Verlauf von Verbindungen (einzelne Kabelabschnitte, Leitungsführung im Gelände, Funkstrecken etc.) und tangierte Endstellen ersichtlich werden. Gleichzeitig werden auch Angaben zu Antennenhöhe, Richt- oder Rundstrahler, zur Stromversorgung oder Erdung gemacht. Die technische Adressbezeichung (Tel. oder Fax-Nummern, LAN-Bezeichnungen) werden ersichtlich.

11.2 Nachrichtenvordruck

Der Nachrichtenvordruck (auch: 4-fach Vordruck) dient der Übermittlung von Befehlen, Meldungen und Informationen innerhalb eines Führungsstabes zwischen Stabsmitgliedern einerseits sowie der Fernmeldebetriebsstelle mit der Nachweisung (Dokumentation) andererseits.

Die Verwendung des Vordrucks soll sicherstellen, dass stabsinterne Übermittlungsfehler ausgeschlossen werden und alle an einer Nachricht beteiligten Stellen informiert werden, ohne dass die Stabsarbeit z.B. durch das ständige Vorlesen von Nachrichten gestört wird. Er soll des Weiteren sicherstellen, dass der Nachrichtenfluss zur Aktualisierung der Lagedarstellung im Stab unmittelbar genutzt werden kann und dass Nachrichten in der Nachweisung gesammelt und dokumentiert werden.

Nachrichten im Sinne der Stabsarbeit können sein:

- Befehle, wenn es sich um Anweisungen handelt, die von berechtigten Führungspersonen an unterstellte Einheiten erteilt werden.
- Meldungen, wenn es sich um lagebezogene, pflichtgemäße Mitteilungen handelt, die an übergeordnete Führungsebenen gerichtet sind (Rückmeldungen).
- Informationen, wenn es sich um Mitteilungen handelt, die weder Befehl noch Meldung sind.
- Fragen.

Eingehende Nachrichten sind solche, die von externen Stellen (z.B. LuK[41], unterstellte Einheiten) in den Stab gesendet werden. Gesprächsnotizen werden als eingehende Nachrichten behandelt! Ausgehende Nachrichten sind solche, die vom Stab (bzw. der Einsatzleitung) an externe Stellen gehen.

40 DIN 40717 Schaltzeichen für Installationspläne, DIN 40 700 Teil 10 Digitale Schaltsymbole

41 LuK (Leitungs und Koordinierungsstab), auch TEL (Technische Einsatzleitung)

11.2.1 Aufbau

Das Blattformat ist in drei Hauptfelder aufgeteilt, die durch verstärkte Linien voneinander getrennt sind. Der obere Teil dient der Fernmeldebetriebsstelle zur Eintragung meldetechnischer Vermerke. Der mittlere Teil dient zur Eintragung des eigentlichen Inhalts der Nachricht. Der untere Teil dient bei eingehenden Nachrichten dem Sichter zur Eintragung der Verteilung. Aus den Verteilungseinträgen ergibt sich, welche Stabsfunktion bzw. welchen sonstigen im Stab vertretenen Funktionen, Personen, Behörden oder Organisationen die Nachricht erhalten.



Abb. 46 Aufbau des Nachrichtenvordrucks

[AKNZ, Ahrweiler]

Die Verwendung von formalen Nachrichtenvordrucken unterscheidet sich beim Dienstablauf gravierend von dem sonst üblichen Dienstbetrieb. Auf ein solches Verfahren wird spätestens nach Etablierung eines mehrköpfigen Führungsstabes zurück gegriffen.

Bei der Besetzung von Funkbetriebsstellen ist dann zur parallelen Betriebsabwicklung mit einem erhöhten Personalbedarf zu rechnen, wobei hinsichtlich erwarteter Reaktionen trotzdem mit wesentlich erhöhten Durchlaufzeiten auf eigene Meldungen oder Anfragen zu rechnen ist.

11.2.2 Bedeutung der Blattfarben

Der Vordruck besteht aus einem vierfachen Satz farbiger Formblätter im Papierformat DIN A5. Die Reihenfolge ist:

weiß → grün → rot → gelb

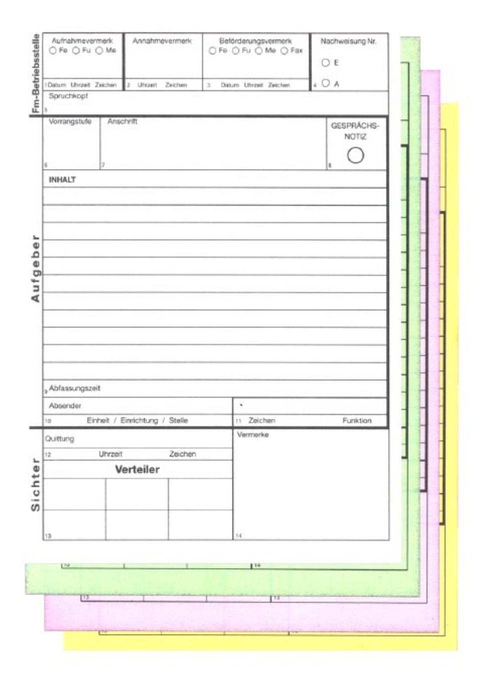


Abb. 47 Nachrichtenvordruck

[AKNZ, Ahrweiler]

Die Farben geben den grundsätzlichen Lauf der Nachricht im Stab und der Fernmeldestelle wieder. Es wird zwischen aus- und eingehender Nachricht unterschieden.

Ausgehende Nachricht

Weiß	Verbleibt beim Absender als Erinnerungsblatt bis zur Rückkehr des grünen Blattes.
Grün	Geht nach Bearbeitung und Zustellung durch die Fernmelder als Bestätigung für die meldetechnische Bearbeitung zurück an den Absender (sogenannter „Rückläufer“)
Rot	Geht nach meldetechnischer Bearbeitung an den S2 zum Verbleib.
Gelb	Geht nach meldetechnischer Bearbeitung in die Nachweisung „Ausgang“ zum Verbleib / zur Dokumentation

Tab 7 Farben für ausgehende Nachrichten

Eingehende Nachricht

Weiß	Entsprechend Verteiler an Stabsmitglied.
Grün	Entsprechend Verteiler an weiteres Stabsmitglied, bei mehr als 2 Verteilern ergänzt durch Kopien.
Rot	An den S2 zum Verbleib.
Gelb	In die Nachweisung „Eingang“ zum Verbleib / zur Dokumentation

Tab 8 Farben für eingehende Nachrichten

11.2.3 Hinweise zur Handhabung

Um Übermittlungsfehler zu vermeiden, müssen alle Eintragungen auf allen Blättern des Nachrichtenvordrucks eindeutig lesbar sein. Dies wird erreicht durch die Verwendung eines Kugelschreibers und Auflegen des Durchschreibesatzes (nach Abtrennen vom Block) auf eine harte Unterlage.

Eintragungen sollten in Druckschrift erfolgen.

Abkürzungen sind grundsätzlich nicht zu verwenden. Ausnahmsweise dürfen Abkürzungen, die eindeutig sind und deren Bedeutung allen denkbar berechtigte Lesern der Nachricht bekannt ist, benutzt werden.

11.2.4 Ausgehende Nachrichten

Zunächst wird durch den Absender (berechtigtes Stabsmitglied) der mittlere Teil des Vordrucks ausgefüllt.

Aufgeber

Vorrangstufe 6 | Anschrift 7 | GESPRÄCHS-NOTIZ 8

INHALT

9 Abfassungszeit

Absender

10 Einheit / Einrichtung / Stelle | 11 Zeichen | Funktion

Abb. 48 Mittlerer Teil des Nachrichtenvordrucks

Feld 6

Hier wird die gewünschte Vorrangstufe festgelegt. Die Vorrangstufe hat erhebliche Konsequenzen für die fernmeldetechnische Bearbeitung und damit den gesamten Sprechfunkverkehr. Sie muss sehr sorgfältig unter den Gesichtspunkten der Verhältnismäßigkeit gewählt werden[42].

Keine Eintragung erfolgt, wenn die Nachricht keine Dringlichkeit, also die Vorrangstufe „Einfach“ (Kürzel: eee) hat. Die Bearbeitung durch die Fernmeldebetriebsstelle erfolgt in der Reihenfolge des Eingangs.

sss ist einzutragen, wenn besondere Eilbedürftigkeit gegeben ist und jede Verzögerung Nachteile mit sich bringt. Die Nachricht erhält damit die Vorrangstufe „Sofort“.

bbb ist einzutragen, wenn eine sehr dringende Nachricht vorliegt und jede Verzögerung der Übermittlung Menschenleben gefährdet, Katastrophen auslöst bzw. ihre Entstehung begünstigt oder wenn ein dringendes Interesse der öffentlichen Sicherheit und Ordnung besteht. Die Nachricht erhält damit die Vorrangstufe „Blitz“[43].

Selbstgemachte Vorrangstufen, wie z.B. „Eilt“ oder „Dringend“ haben keinen Einfluss auf die Übermittlung und sind keinesfalls zu verwenden.

Feld 7

Hier ist der Empfänger unter Verwendung der Bezeichnung der Einheit oder Einrichtung einzutragen (keine Eigennamen).

Das Verfahren bei Mehrfachnachrichten, d. h. des Versendens ein und derselben Nachricht an mehrere verschiedene Empfänger, ist mit der Fernmeldebetriebsstelle im Rahmen der Einsatzplanung und –vorbereitung abzustimmen.

Feld Inhalt

Hier wird der Inhalt der Nachricht eingetragen. Die Eintragung soll mit einem Titelwort, z.B. „Befehl“, „Meldung“, „Nachforderung“, „Zuteilung“ oder „Frage“ oder einer Betreffzeile beginnen. Der Text wird ohne Höflichkeitsformen in knapper, aber eindeutiger und unmissverständlicher Form eingetragen.

42 Weitere Informationen finden sich in der PDV/DV 810.3.

43 Neben den Vorrangstufen „Einfach“, „Sofort“ und „Blitz“ gibt es die Vorrangstufe „Staatsnot“ (Kürzel: aaa). Staatsnot Nachrichten dürfen ausschließlich von der Bundesregierung oder den Landesregierungen abgesetzt werden und haben daher für die Stabsarbeit der BOS höchstens als eventuelle Empfänger Bedeutung.

Telegrammstil kann angewandt werden, wenn Missverständnisse bei jedem möglicherweise berechtigten Leser der Nachricht ausgeschlossen sind. Reicht der Platz für den Text nicht aus, ist ein zweiter Nachrichtenvordruck (alle vier Blätter) zu verwenden. Beide Nachrichtenvordrucke sind zusammengeklammert weiter zu leiten.
Grundsätzlich sollen nicht mehr als zwei Vordrucke für eine Nachricht verwendet werden. Solche Nachrichten sind für die Übermittlung von Sprechfunk oder Fernsprecher zu lang und müssen knapper formuliert werden. Die Anzahl der verwendeten Vordrucke ist in Feld „Vermerke" einzutragen.

Feld 9
Die Abfassungszeit ist vom Absender in der Regel sechsstellig mit Datum und Uhrzeit einzutragen. „142326Okt09" bedeutet dann 23:26 Uhr am 14. Oktober 2009.

Feld 10
Als Absender ist die Einheit oder Einrichtung einzutragen, der der Absender angehört, nicht der Name oder die Funktion des Absenders.

Feld 11
Hier sind Unterschrift und Funktion des Absenders einzutragen. Soll an der Stelle der Unterschrift lediglich das Namenszeichen verwendet werden, ist dies vorher im Stab und mit der Fernmeldebetriebsstelle zu vereinbaren[44].

Nach den Eintragungen im Feld 11 trennt der Absender das weiße Blatt (Deckblatt) vom Satz ab und behält es als Erinnerung zurück. Er sorgt dafür, dass die verbleibenden drei Blätter der Nachweisung „Ausgang" z.B. mittels Boten zugestellt werden.

11.2.5 Mehrfachnachrichten

Die PDV/DV 810.3 regelt für die Abfassung von Mehrfachvordrucken lediglich, dass die Empfängerbezeichnungen zu nummerieren sind. Wie der als Mehrfachnachricht ausgefüllte Nachrichtenvordruck von der Nachweisung „Ausgang" und in der Fernmeldebetriebsstelle zu handhaben ist, ist durch Dienstanweisung im Vorfeld zu regeln.

Eine mögliche Regelung zeigt das für Stabsrahmenübungen am IdF NRW geltende Verfahren:

Beim Eintragen der Adressaten in Feld 7 ist jeder Adressat so zu nummerieren, dass der Bezeichnung eine zweistellige Zahl vorangestellt wird. Da Mehrfachnachrichten mit mehr als vier Adressaten die Ausnahme sind und die Verarbeitung des Nachrichtenvordrucks in der Nachweisung „Ausgang" und der Fernmeldebetriebsstelle möglichst einfach gehalten werden soll, sind maximal vier Adressaten einzutragen. Bei mehr als vier Adressaten ist ein neuer Nachrichtenvordruck auszufüllen.

Beispiel

01 Abschnitt Handorf
02 Versorgungspunkt Außengelände
03 Abschnitt Rettungsdienst
04 LuK

Bei vier möglichen Empfängern kann die Gesprächsübermittlung zusätzlich in dem Feld Vermerke eingetragen werden. Der letzte Übermittler füllt das Feld „Meldetechnische Vermerke" abschließend aus.

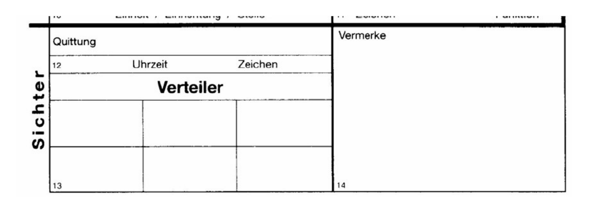
11.2.6 Eingehende Nachrichten

Der Sichter liest die Nachricht, bewertet sie in Bezug auf möglicherweise durch den Inhalt betroffene Stabsmitglieder und sorgt für die entsprechende Verteilung innerhalb des Stabes z.B. mittels Boten.
Dabei ist der Sichter an die Vorgabe gebunden, dass der S2 immer das rote Blatt erhält und das gelbe Blatt immer in die Nachweisung „Eingang" geht.
Die korrekte Verteilung der weißen und grünen Blätter sowie der Kopien bei mehr als zwei weiteren Verteilern liegt grundsätzlich im Ermessen des Boten. Für den Fall, dass keine Kopien erstellt werden können erscheint folgendes Verfahren sinnvoll (Vorschlag):

„Das weiße Blatt geht an das primär, das grüne Blatt an das sekundär betroffene Stabsmitglied. Das weiße Blatt verbleibt im primär betroffenen Sachgebiet. Das grüne Blatt wird in Verantwortung des Boten an das als erstes im Verteiler gekennzeichnete

44 Der Inhalt dieses Feldes wird von der Fernmeldebetriebsstelle nicht übermittelt. Es dient lediglich der Dokumentation/Nachweisung.

weitere betroffene Sachgebiet und dann an die folgenden Sachgebiete weitergegeben. Die Einsichtnahme wird mit Uhrzeit und Namenszeichen in Feld 13 hinter dem Kürzel der jeweiligen Funktion quittiert‟. [Hans Peter Eser, IdF NRW]



Sichter			Vermerke
Quittung			
12 Uhrzeit	Zeichen		
Verteiler			
13			14

Abb. 49 Unterer Teil des Nachrichtenvordrucks

11.2.7 Gesprächsnotizen

Werden Gespräche (persönlich oder per Telefon) direkt aus dem Stab mit externen Stellen geführt, ist eine Gesprächsnotiz zu erstellen. Die Gesprächsnotiz wird prinzipiell als eingehende Nachricht behandelt, unabhängig davon, ob der Anruf aus oder in den Stab erfolgt.

11.2.8 Meldetechnische Vermerke

Der obere Teil des Nachrichtenvordrucks dient der Fernmeldebetriebsstelle bzw. der Nachweisung zur Eintragung meldetechnischer Vermerke.

Fm-Betriebsstelle			
Aufnahmevermerk ○ Fe ○ Fu ○ Me	Annahmevermerk	Beförderungsvermerk ○ Fe ○ Fu ○ Me ○ Fax	Nachweisung Nr. ○ E
1 Datum Uhrzeit Zeichen	2 Uhrzeit Zeichen	3 Datum Uhrzeit Zeichen	4 ○ A
Spruchkopf 5			

Abb. 50 Oberer Teil des Nachrichtenvordrucks

Feld 1 - Aufnahmevermerk

Hier werden Angaben über das Fernmeldemittel (auch Melder), zu welcher Zeit/Datum und von wem die Nachricht empfangen wurde eingetragen.

Feld 2 - Annahmevermerk

Hier wird eingetragen, wann eine ausgehende Nachricht von der Nachweisung „Ausgang‟ angenommen wurde.

Feld 3 - Beförderungsvermerk

Hier wird eingetragen, zu welcher Zeit eine Gegenstelle die Nachricht erhalten hat und über welchen Weg die Beförderung erfolgte.

Feld 4 - Nachweisung

Es zeigt, ob die Nachricht empfangen (Eingang, E) oder abgesetzt (Ausgang, A) und unter welcher Nummer der Vorgang in der Nachweisung registriert wurde.

Feld 5 - Spruchkopf

Hier wird der Rufname der Gegenstelle eingetragen. Handelt es sich bei der Nachricht um einen Spruch[45], wird der Spruchkopf eingetragen.

Neben dem in diesem Kapitel vorgestellten Musternachrichtenvordruck gibt es verschiedene andere Vordrucke, die aber von der Struktur her in der Regel mit dem hier Beschriebenen identisch sind. Lediglich die Darstellung der einzelnen Felder weicht voneinander ab.

11.3 Funkkonzepte

Funkkonzepte sind notwendig zur Durchführung eines geordneten Funkverkehrs und zur Verhinderung einer Kanalüberlastung im Falle größerer Einsatzlagen. Eine Kanaltrennung erfolgt unter den Gesichtspunkten der Führung, Ordnung des Raumes oder Arbeitsaufträgen in eigenen Abschnitten. Sie ist vor allem dann sinnvoll, wenn aufgrund der Schadenslage weitere Kräfte herangeführt und den zuvor gebildeten Abschnitten zugeteilt werden.

Ein Funkkonzept schreibt eine verbindliche Verfahrensweise zur Nutzung der zugewiesenen Funkkanäle (Analogfunk) bzw. Benutzergruppen (Digitalfunk) fest. Darüber hinaus werden in einem Funkkonzept Rufnamen vergeben, die in jedem Fall einzuhalten sind.

Den Teilnehmern ist das jeweilige standortspezifische Funkkonzept zu erläutern.

Insbesondere sind darzustellen:

- die zur Verfügung stehenden Funkkanäle im 4m- und im 2m Band bzw. Gruppen im Netz- und Direktmodus und deren Verwendung
- die standortspezifische Funkrufnamensystematik für Fahrzeuge und Funktionen

45 Ein Spruch ist nach der PDV/DV 810 eine über Funk übertragene formgebundene Nachricht, die der übermittelnden Stelle als Text vorliegt.

- Besonderheiten wie z.B. Gebäudefunkanlagen
- die Einbindung und Nutzung des FMS/SDS
- standortbezogene Beispiele für Standardeinsatzlagen
- standortbezogene Beispiele für Großschadenslagen

11.4 Interkanalmodulation

Bei einer Kanaltrennung an Einsatzstellen mit Abschnittsbildung bzw. Zusammenarbeit mit anderen BOS kann es zu vorhersehbaren Störungen kommen. Diese Stöungen werden Interkanalmodulation genannt und sind nicht auf einen Wellenlängenbereich beschränkt, sondern gelten für alle elektromagnetische Wellen. Dieser Störeffekt kann bis zu einem Radius von 100 Meter um das Funkgerät auftreten. Der Störeffekt selbst tritt in unterschiedlichen Formen auf. Eine Möglichkeit besteht darin, dass es zum Blockieren der Kanäle kommt, dies Bedeudet, dass nicht gesendet oder empfangen werden kann. Eine weitere Möglichkeit führt zum Einsprechen in die gestörten Kanäle. Darum kommt es trotz Kanaltrennung dazu, dass Einheiten auf unterschiedlichen Kanälen, sich in ihren zugewiesenen Kanälen hören, was unter Einsatzbedingungen zu erheblichen Verwirrungen führen kann. Diese Tatsache muss deshalb bei der Planung der Funkkommunikation berücksichtigt werden. Sie lässt sich mit der folgenden Faustformel mittels der genutzten Kanäle einfach berechnen.

Daraus ergibt sich folgende Regel:

$F_{(Stör1)} = 2 * F_1 - F_2$

$F_{(Stör2)} = 2 * F_2 - F_1$

Beispiele: Kanal 50 W/O, 53 W/O

$\mathbf{F}_{st1} = 2*F_1 - F_2$
$\mathbf{F}_{st1} = 2*50 - 53$
$\mathbf{F}_{st1} = 47$ W/O

$\mathbf{F}_{st2} = 2*F_2 - F_1$
$\mathbf{F}_{st2} = 2*53 - 50$
$\mathbf{F}_{st2} = 56$ W/O

11.5 Taktisches Arbeitsblatt

Eine andere Form der Abbildung eines Kommunikationsplans oder Funkkonzept bietet das am Institut der Feuerwehr NRW entwickelte taktische Arbeitsblatt. Das taktische Arbeitsblatt ist ein zweckmäßiges Führungsmittel der Führungsstufe A (Führen ohne Führungseinheit) und Führungsstufe B (Führen mit örtlichen Führungseinheiten). Es dient der Erfassung und Bearbeitung von einsatzrelevanten Informationen in übersichtlicher grafischer Art und Weise, sowie als Hilfe für die Durchführung von Routineaufgaben. Es findet immer mehr Zuspruch bei allen Organisationen der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr. Dieses Arbeitsblatt ist in mehrere Felder aufgeteilt. In dieser Unterlage wird ausschließlich das Feld F „Organisation/Kommunikation" dargestellt. Im Wesentlichen gibt das Feld die Linienorganisation der Einsatzstelle wieder. In dem roten Feld wird die eigene Funktion eingetragen und nach unten die der nachgeordneten Führungskräfte. Es wird die Zwei-bis-Fünfer-Regel wiedergegeben. Diese sagt aus, dass ein Einheitsführer maximal 5 Einheiten koordiniert führen kann. Bei mehr als 5 Einheiten ist ein Verlust des Überblickes sehr wahrscheinlich. Gleichzeitig wird das Kommunikationsnetz zu stark belastet. Hieraus resultiert, dass wichtige Funksprüche beispielsweise nicht mehr abgesetzt werden können.

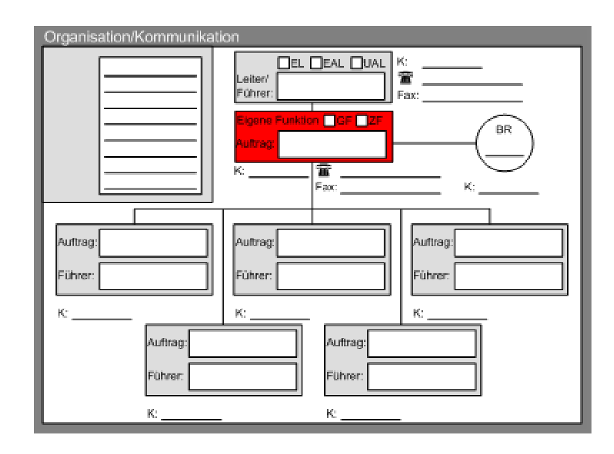


Abb. 51 Feld F aus dem Taktischen Arbeitsblatt

Im Taktischen Arbeitsblatt ist das Feld Organisation/Kommunikation unerlässlich, wenn an Einsatzstellen mehrere Funkkanäle im 2m Band und/oder 4m Band oder zukünftig Benutzergruppen im Digtalfunk geschaltet werden. In den Feldern können

ebenfalls Gebäude- und Betriebsfunkkanäle Berücksichtigung finden, wenn sie Bestandteil der Einsatzstelle sind. Besonders wichtig ist dieses Feld im Rahmen der überörtlichen Hilfe. Dann können an Einsatzstellen verschiedene Einheiten aufeinander treffen, die im alltäglichen Dienstbetrieb mit unterschiedlichen Funkkonzepten arbeiten.
Neben den zugewiesenen und verwendeten Funkkanälen bietet der untere Bereich Platz zur Erfassung wichtiger Telefon-, Handy- oder Faxnummern.

11.6 ARDINI Fleetmapping-Konzept

Das Fleetmapping-Konzept[46] ist eine Berechnungsgrundlage für die Dimensionierung der Benutzergruppenanzahl im Digitalfunk in NRW. Dieses Konzept bildet sowohl den Regelbetrieb, als auch die landesweiten Konzepte der überörtlichen Hilfe ab. Die nachfolgenden Abbildungen sind eine graphische Darstellung des Fleetmapping. Jede kreisfreie Stadt, jeder Kreis und jede Kommune ist angehalten sich ihr eigenes Funkkonzept für den Digitalfunk, auf der Grundlage der bestehenden Nomenklatur, zu erstellen.

46 Von ARDINI am 03.09.2009 verabschiedete Version

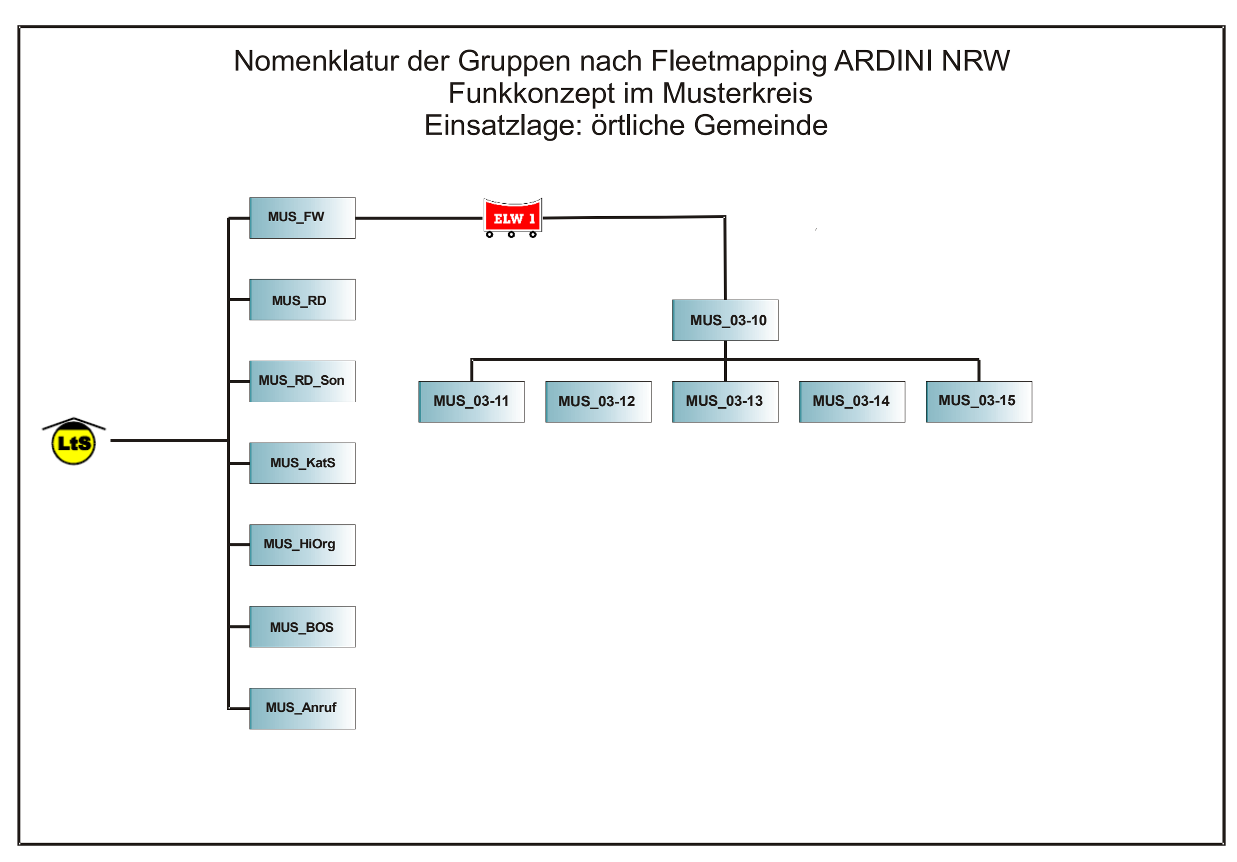


Abb. 52 Fleetmapping 1

Erläuterungen

MUS – Musterkreis/Musterstadt, krfreie Musterstadt
Fw – Benutzergruppe Feuerwehr
RD – Benutzergruppe Rettungsdienst
RD_Son – Benutzergruppe veranstaltungsbezogener Rettungsdienst
KatS – Benutzergruppe Katastrophenschutz
HiOrg – Benutzergruppe Hilfsorganisationen
BOS – Benutzergruppe Zusammenarbeit BOS
Anruf – Benutzergruppe Anrufgruppe (überörtliche Kräfte)

02-10 – Benutzergruppe Führung (Komunal)
02-11...15 – Gesprächsgrupe Einsatzabschnitte

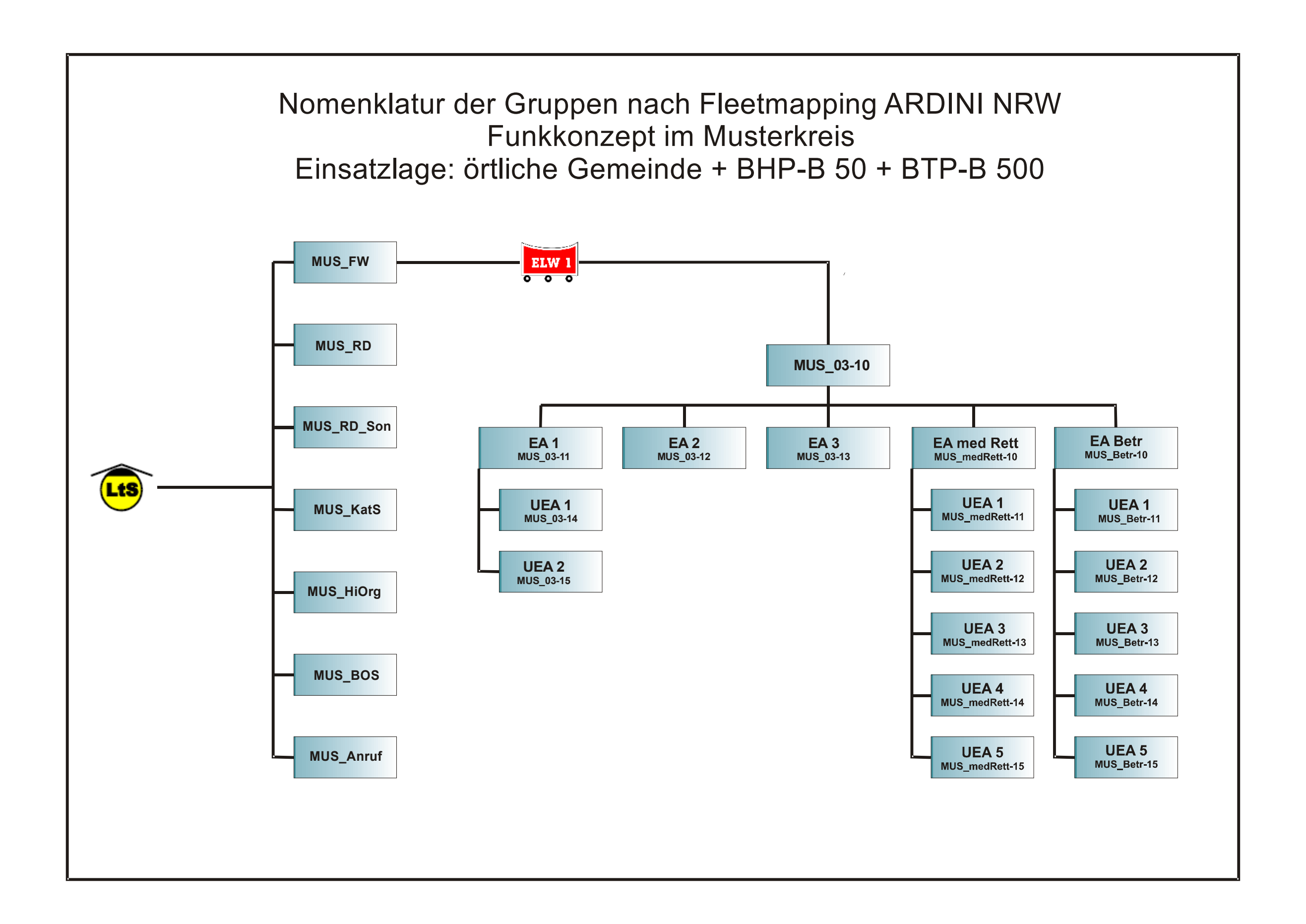


Abb. 53 Fleetmapping 2

Erläuterungen

MUS – Musterkreis/Musterstadt, krfreie Musterstadt
Fw – Benutzergruppe Feuerwehr
RD – Benutzergruppe Rettungsdienst
RD_Son – Benutzergruppe veranstaltungsbezogener Rettungsdienst
KatS – Benutzergruppe Katastrophenschutz
HiOrg – Benutzergruppe Hilfsorganisationen
BOS – Benutzergruppe Zusammenarbeit BOS
Anruf – Benutzergruppe Anrufgruppe (überörtliche Kräfte)

02-10 – Benutzergruppe Führung (Komunal)
02-11...15 – Gesprächsgrupe Einsatzabschnitte

EA – Einsatzabschnitte
UEA – Untereinsatzabschnitte

medRettung – Behandlungsplatz-Bereitschaft 50 NRW
Betr – Betreuungsplatzbereitschaft 50 NRW

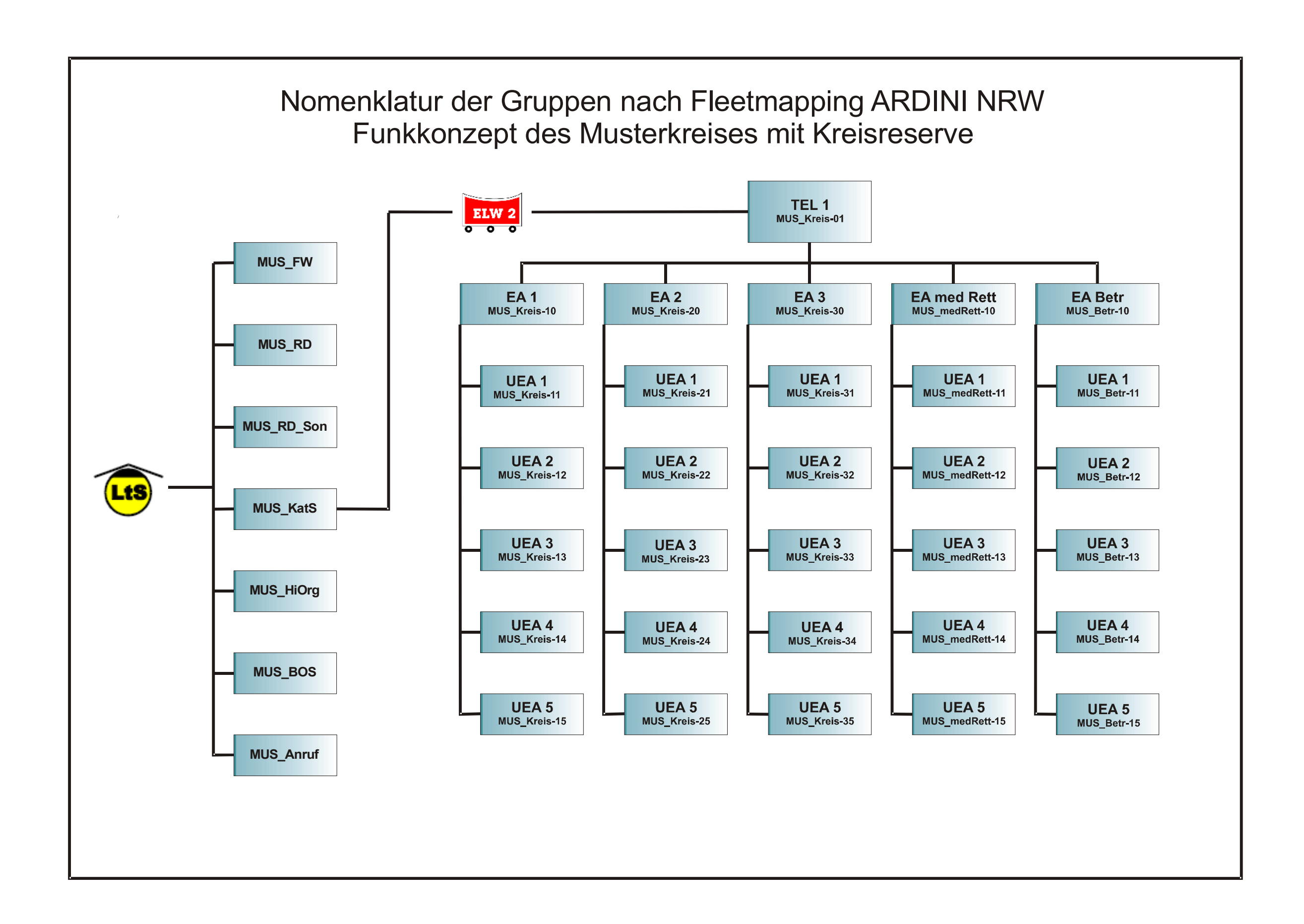


Abb. 54 Fleetmapping 3

Erläuterungen

MUS – Musterkreis/Musterstadt, krfreie Musterstadt
Fw – Benutzergruppe Feuerwehr
RD – Benutzergruppe Rettungsdienst
RD_Son – Benutzergruppe veranstaltungsbezogener Rettungsdienst
KatS – Benutzergruppe Katastrophenschutz
HiOrg – Benutzergruppe Hilfsorganisationen
BOS – Benutzergruppe Zusammenarbeit BOS
Anruf – Benutzergruppe Anrufgruppe (überörtliche Kräfte)

Kreis-10 – Benutzergruppe Führung (Kreis)
Kreis-11...15 – Gesprächsgrupe Einsatzabschnitte

EA – Einsatzabschnitte
UEA – Untereinsatzabschnitte

medRettung – Behandlungsplatz-Bereitschaft 50 NRW
Betr – Betreuungsplatzbereitschaft 50 NRW

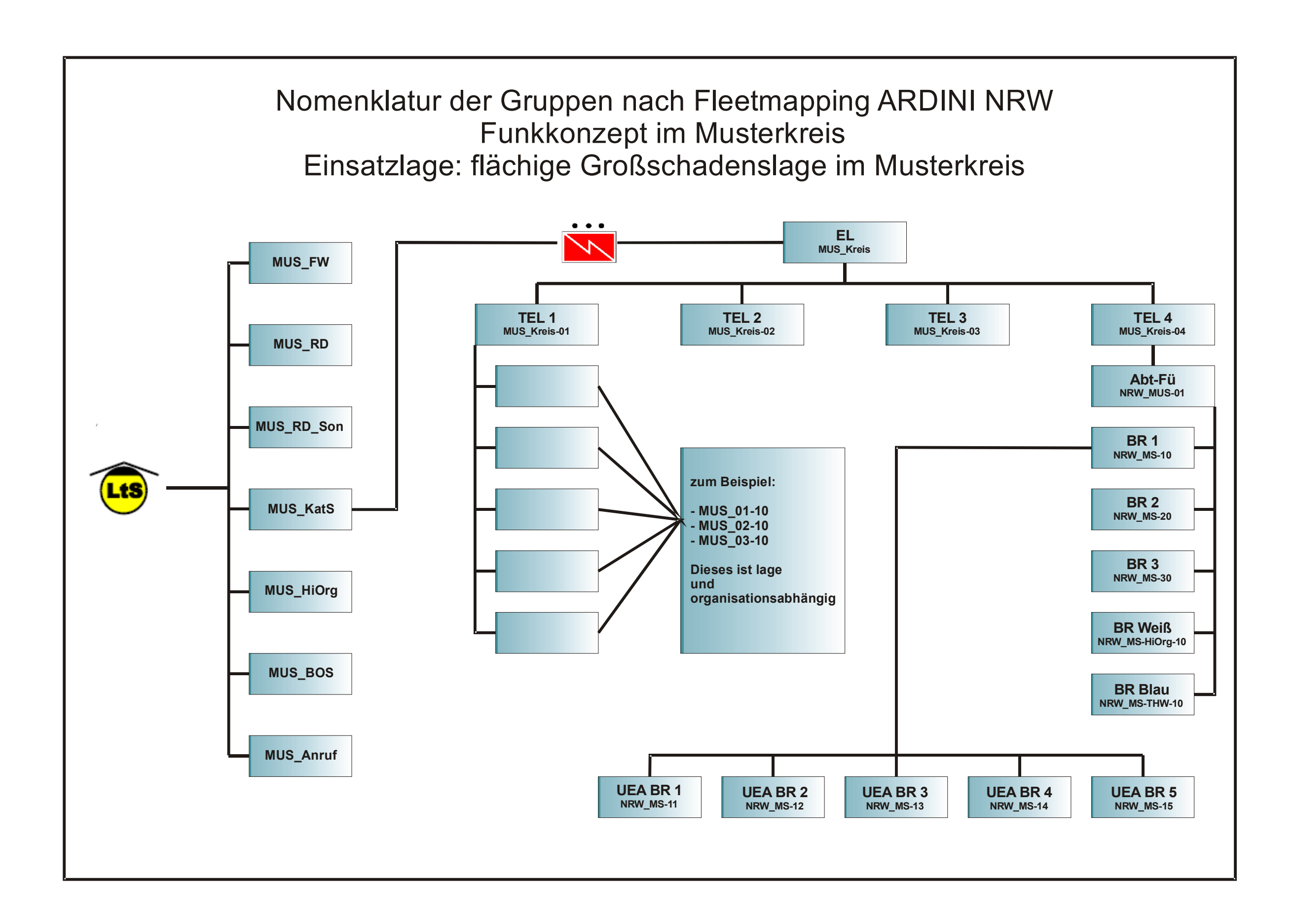


Abb. 55 Fleetmapping 4

Erläuterungen

MUS – Musterkreis/Musterstadt, krfreie Musterstadt
Fw – Benutzergruppe Feuerwehr
RD – Benutzergruppe Rettungsdienst
RD_Son – Benutzergruppe veranstaltungsbezogener Rettungsdienst
KatS – Benutzergruppe Katastrophenschutz
HiOrg – Benutzergruppe Hilfsorganisationen
BOS – Benutzergruppe Zusammenarbeit BOS
Anruf – Benutzergruppe Anrufgruppe (überörtliche Kräfte)

02-10 – Benutzergruppe Führung (Komunal)
02-11...15 – Gesprächsgrupe Einsatzabschnitte

EA – Einsatzabschnitte
UEA – Untereinsatzabschnitte

BR1 – Bereitschaft 1 Bezirksebene
BR weiß – Bereitschaft der Hilfsorganisationen
BR blau – Bereitschaft des THW

Sprechfunkausbildung
Modul B Analogfunk

Infrastruktur und Organisation

Im Bereich des analogen BOS-Funks werden primär die 2-m- und 4- m-Wellenbereiche für die Sprach- und Datenübertragung (z. B. FMS) genutzt.

Ein analoges Funknetz umfasst:

- ortsfeste Sende-/Empfangsfunkanlagen wie z.B. Leitstellenfunkanlagen
- mobile Fahrzeug- und Handsprechfunkanlagen
- Relaisfunkstellen (als Einzelrelais oder Relais in Gleichwellenfunknetzen)
- ortsfeste Empfangsfunkanlagen zur Steuerung von Sirenen

Für Alarmierungszwecke kann das Funknetz um die folgenden Komponenten erweitert werden:

- Funkmeldeempfänger (FME)
- Digitale Alarmumsetzer (DAU)
- Digitale Sirenensteuerempfänger (DSE)
- Digitale Meldeempfänger (DME)

Mit Hilfe dieser Infrastruktur werden folgende Anforderungen der BOS erfüllt:

- Eine weitgehend flächendeckende Versorgung der Bundesrepublik Deutschland für Fahrzeugfunkgeräte.
- Funkverkehrskreise nach dem Prinzip des offenen Kanals, d.h. jeder Teilnehmer eines Verkehrskreises hört jeden anderen Teilnehmer und erhält dadurch ständig ein aktuelles Lagebild.
- Betrieb von Fahrzeugsprechfunkgeräten und Handsprechfunkgeräten sowohl mit Relaisunterstützung, als auch im Direktbetrieb.
- Das Verbinden der Teilnehmer von zwei Funkverkehrskreisen mit Hilfe von Relaisstellen.

12 Leitstellenfunk

Die Verbindung zwischen beweglichen und ortsfesten Funkanlagen, in der Regel unter Verwendung von Relaisfunkstellen, wird im 4-m-Wellenbereich durchgeführt.

12.1 Relaisbetrieb

Im Funkverkehr versteht man unter einer Relaisfunkstelle eine Funkanlage, deren Empfängerausgang (Lautsprecher) auf den Sendereingang (Mikrofon) durchgeschaltet ist.
Diese Funkanlage hat die Aufgabe, die empfangenen Signale sofort wieder auszusenden.

Je nach Größe und Topografie eines Kreises reicht der Betrieb einer einzelnen stationären Funkstation (Leitstelle) oftmals nicht aus.
Bekommen zwei Funkanlagen (z.B. Fahrzeug und Leitstelle) keine Verbindung untereinander, weil z.B. die Entfernung zu groß ist oder Hindernisse die Ausbreitung der Funkwellen beeinflussen, wird eine zusätzliche Sende- und Empfangsanlage an topografisch günstiger Stelle benötigt. Mitunter werden für die optimale „Ausleuchtung" eines Kreises auch mehrere Relaisfunkstellen eingesetzt, die über Richtfunk oder Draht mit der Leitstelle verbunden sind.

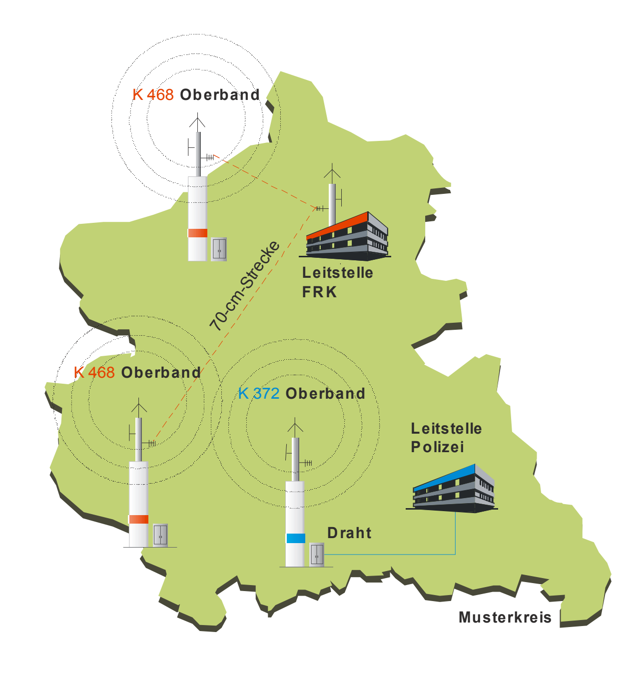


Abb. 56 Relaisfunkstellen im 4-m-Wellenbereich

In Funkverkehrskreisen mit Relaisstellentechnik werden die Relaisstationen nacheinander aktiviert, um zu verhindern, dass mehrere Sender gleichzeitig auf der gleichen Frequenz senden. Würden alle Relaisstellen gleichzeitig senden, wären Störungen durch Überlagerungen bzw. Interferenzen möglich.

Relaisstellen können ebenso eingesetzt werden um zwei Funkverkehrskreise mit unterschiedlichen Funkkanälen zu verbinden oder um eine Überleitung vom 2-m-Wellenbereich in den 4-m-Wellenbereich zu ermöglichen, was überwiegend bei den polizeilichen BOS eingesetzt wird.

Die technische Weiterentwicklung dieses Systems ist der „Gleichwellenfunk".

12.2 Gleichwellenfunk

Kennzeichen des Gleichwellenfunks ist das gleichzeitige Senden mehrerer, sich in ihren Sendebereichen überlappender, ortsfester Funkanlagen.
Zwei oder mehr ortsfeste Relaisfunkstellen (Gleichwellenumsetzer) nehmen die Aussendung der beweglichen Funkstelle auf, bewerten die Empfangsfeldstärke und übermitteln die Aussendung über eine gesonderte Verbindung zu einer zentralen Auswerteeinrichtung. Die zentrale Auswerteeinrichtung kann unmittelbar bei der Leitstelle oder an einem zentralen Ort im Kreisgebiet untergebracht sein. Für die Verbindung zwischen der Auswerteeinrichtung und den Gleichwellenumsetzern und gegebenenfalls zwischen der Auswerteeinrichtung und der Leitstelle, kann sowohl eine Drahtleitung (Vierdraht-Stromweg), als auch eine Funkverbindung, z.B. auf einem Kanal im 70-cm-Wellenbereich, dienen. Das jeweils beste Empfangssignal der ortsfesten Relaisfunkstellen wird ausgewählt und gleichzeitig allen ortsfesten Relaisfunkstellen über eine Richtfunkstrecke oder Drahtverbindung wieder zugeführt. Die Relaisfunkstellen wiederum senden das Signal im 4-m-Oberband aus, so dass alle Teilnehmer, die sich im Bereich einer Relaisfunkstelle befinden, dieses empfangen können.
Die GW-Umsetzer unterscheiden sich in der Frequenz um einige Hertz, um gegenseitige Störungen zu vermeiden [vgl. Kapitel 2.9].

Funkgespräche quer durch das Versorgungsgebiet des gesamten Gleichwellenfunk-Systems sind möglich. Damit ist die taktische Forderung: „Jeder hört jeden und jeder kann mit jedem sprechen" erfüllt.

Gleichwellenfunkanlagen in Verbindung mit Antennen, die über eine Richtcharakteristik verfügen, können Störreichweiten deutlich reduzieren.

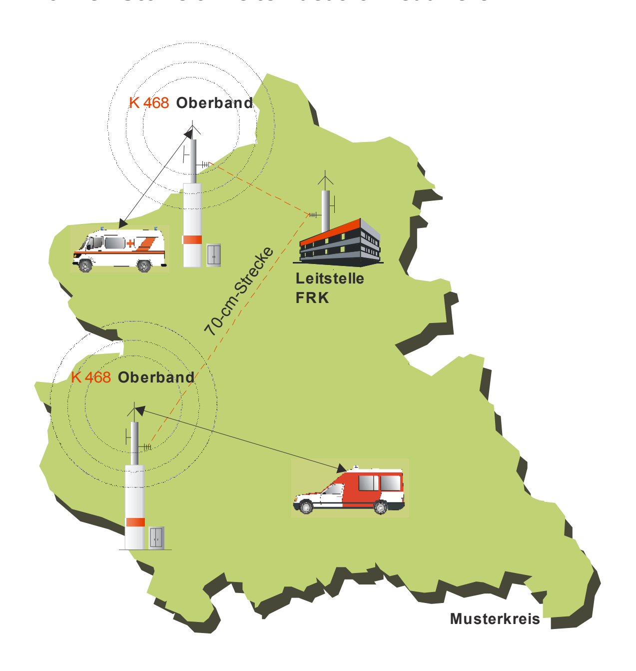


Abb. 57 Gleichwellenfunk im 4-m-Wellenbereich

13 Einsatzstellenfunk

Der Einsatzstellenfunk findet überwiegend im 2-m-Wellenbereich statt. Größtenteils kommen hier tragbare Handsprechfunkgeräte zum Einsatz. Lediglich in Einsatzleitwagen werden im 2-m-Wellenbereich Fahrzeugfunkgeräte mit stärkerer Sendeleistung eingesetzt. Die besseren Empfängsleistungen ergeben sich aus den optimiert eingebauten 2m Antennen.

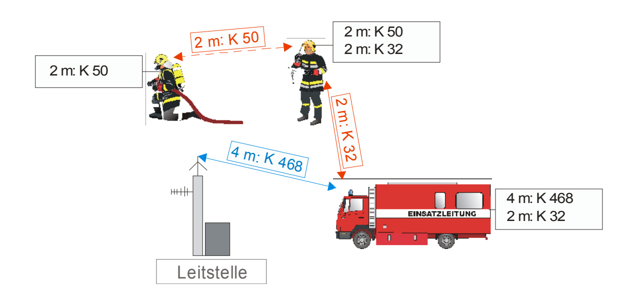


Abb. 58 Beispielhafte Struktur des Einsatzstellenfunks

14 Leistungsmerkmale Analogfunk

Neben den allgemeinen Betriebsvarianten für den Leitstellen- und Einsatzstellenfunk, sind für den BOS-Betrieb weitere Übertragungsergänzungen zulässig, die einsatztaktisch von erhöhter Bedeutung sind:

- Funkalarmierungssysteme ermöglichen die Alarmierung der Einsatzkräfte über FME bzw. DME.
- Gebäudefunkanlagen bieten die Möglichkeit, die Reichweite innerhalb eines Gebäudes zu erhöhen und eine Erreichbarkeit der Teilnehmer auch von außerhalb des Gebäudes zu gewährleisten.
- Funkmeldesysteme (FMS) bieten die Möglichkeit, den Funkverkehr durch definierte Standardmeldungen zu entlasten.

14.1 Funkalarmierung

Das Aufgabenspektrum der Funkalarmierung bei den BOS umfasst:

- Alarmierung von Einsatzkräften
- Nachrichtenübermittlung
- Fernschaltzwecke (z.B. Toröffnungen, Sirenenansteuerung)

Für diese Zwecke kommen derzeit zwei verschiedene Systeme zur Anwendung:

- Die analoge Funkalarmierung (4-m-Frequenzbereich / ZVEI[47])
- Die digitale Funkalarmierung (2-m-Frequenzbereich / POCSAG[48])

Die Endgeräte der Funkalarmierung bezeichnet man allgemein als Funkmeldeempfänger (FME). Um die Endgeräte beider Systeme unterscheiden zu können, werden die Endgeräte der digitalen Alarmierung als Digitale Meldeempfänger (DME) bezeichnet.

14.1.1 Funkalarmierung analog (4-m)

Der Funkmeldeempfänger empfängt ununterbrochen auf einer bestimmten Frequenz, welche mit einem Quarz[49] oder einen PLL[50] festgelegt wird. Der FME wird beim Empfang eines genau definierten Codes aktiviert. Dieser Code wird in analogen Systemen üblicherweise als 5-Ton-Folge übertragen.
Diese 5-Ton-Folge orientiert sich am ZVEI-Standard. Wird die einprogrammierte 5-Ton-Folge empfangen, signalisiert dies der Empfänger mittels eines optischen und akustischen Alarms. Je nach Bauart verfügen die Geräte zusätzlich über einen Vibrationsalarm. Danach folgt gegebenenfalls die Ausgabe einer empfangenen Nachricht über den Gerätelautsprecher.

In den meisten Fällen ist der Alarmierungskanal gleich dem Sprachkanal der zuständigen Leitstelle (4-Meter-Band). Somit muss lediglich die entsprechende 5-Ton-Folge auf den Träger moduliert werden und der bzw. die entsprechende(n) Meldeempfänger wird / werden alarmiert.
Das bedeutet aber auch, dass der Funkkanal für die Dauer der Alarmierung anderen Funkteilnehmern nicht zu Verfügung steht. Insbesondere bei größe-

---

47 Der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI) ist der Interessenverband des Wirtschaftszweigs der Elektroindustrie in Deutschland mit Sitz in Frankfurt am Main.

48 POCSAG ist eine Abkürzung für Post Office Code Standard Advisory Group. Diese Arbeitsgruppe der Fernmeldeverwaltung hat das am weitesten verbreitete Protokoll für Funkrufdienste entwickelt.

49 Schwingquarze finden hauptsächlich Anwendung in der Elektrotechnik und Nachrichtentechnik und können über einen weiten Frequenzbereich hergestellt werden. Sie finden sich z. B. in praktisch allen Sendeanlagen, seltener in Empfängern, in Quarzuhren, als Taktgeber in Computern und Mikrocontrollern sowie in Frequenzzählern und digitalen Signalgeneratoren.

50 Eine Phasenregelschleife, auch als Phase-locked loop (PLL) bezeichnet, ist eine elektronische Schaltungsanordnung, die die Phasenlage und damit zusammenhängend die Frequenz eines veränderbaren Oszillators über einen geschlossenen Regelkreis beeinflusst.

ren Einsatzlagen, die die Alarmierung mehrerer Einheiten erfordern, kann es hierdurch zu längeren Blockierungen des Funkkanals kommen, was z.B. wichtige Meldungen, wie eine Notarzt-Nachforderung, unnötig verzögern kann.
Ein weiteres Problem der analogen Funktechnik ist die Tatsache, dass Informationen hier im Klartext leicht von unbefugten Personen mit einem simplen Funkscanner abgehört werden können. Dies ist in der digitalen Funktechnik ohne größeren Aufwand nicht mehr möglich.

14.1.2 Funkalarmierung digital (2-m)

Die digitalen Meldeempfänger werden im 2-Meter-Wellenberich betrieben, so dass ein großer Nachteil der analogen FME, die Belegung des Sprachkanals im 4-m-Wellenbereich, entfällt.

Auch ist die Zeit, die für die Alarmierung benötigt wird, ungleich kürzer: Nach dem Ansprechen des RIC (Radio Identification Code) des DME werden, je nach Betriebsart, entweder eine Kurzmitteilung (ähnlich einer SMS) oder nur einige Codier-Bits übertragen. Die Codier-Bits lösen dann eine auf dem Melder hinterlegte Sprachdatei aus (z. B. „Probealarm" oder „Brandeinsatz"). Auch eine Kombination beider Arten ist denkbar. Gespeicherte Sprachdateien hoher Qualität ermöglichen unverzerrte und klare Übermittlung der Einsatzbefehle.
Ob eine hinterlegte Sprach- oder Textmeldung oder ein von der Leitstelle versendeter Freitext ausgegeben wird, ist abhängig von der Baustufe des DME. Geräte der Baustufe 1 (DME I) haben lediglich hinterlegte Schlüsselwörter, DME II können Freitexte empfangen und anzeigen. Die maximale Ausbaustufe bietet ein DME III, der den empfangenen Text mit Hilfe eines im Gerät hinterlegten Lexikons in Sprache umwandelt und dann akustisch wiedergibt.
In vielen Funknetzen ist zusätzlich eine Heimatnetzkennung freigeschaltet. Diese ermöglicht es dem Benutzer festzustellen, wann er sich außerhalb seines Alarmierungsnetzes befindet. Die Feldstärkenanzeige muss nicht freigeschaltet werden, sie sucht nur nach einem Signal, das der digitale Alarmumsetzer (DAU) in der Regel alle drei Minuten aussendet.
Einige DME verfügen über eine Rückruf-Funktion oder senden eine Bestätigung mittels einer Bluetooth-Anbindung über ein Mobiltelefon an die Leitstelle, so dass bei der Alarmierung der Disponent direkt die Effizienz der Alarmierung beurteilen kann. Allerdings hat sich dies als nicht praxisgerecht herausgestellt, weshalb Pager mit integriertem GSM-Modul in der Entwicklung sind.
Dank eingebautem GPS sollen mit diesen auch positionsbezogene Alarmierungen und Positionsabfragen möglich sein.

Bei der POCSAG-Alarmierung gibt es zusätzlich noch die Möglichkeit einer sogenannten Expressalarmierung.
Bei dieser Alarmierungsart wird der Meldeempfänger durch die programmierte RIC ausgelöst, jedoch versendet die Leitstelle noch keinen Text. Der Alarmierungstext kommt nach erfolgter Alarmierung in Form einer Text-RIC.
Diese RIC ist auf allen DME programmiert und wird nur ausgewertet, wenn der DME vorher durch die normale RIC ausgelöst wurde. Dadurch können mehrere RIC schnell hintereinander ausgelöst werden, was eine fast zeitgleiche Alarmierung der benötigten Einsatzkräfte ermöglicht.

14.1.3 Gerätekunde FME/DME

Auf Grund der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Gerätetypen, sowohl im analogen als auch im digitalen Bereich, kann an dieser Stelle nur eine grundsätzliche Vorstellung der Geräte stattfinden. Für eine vertiefte Schulung müssen die an den jeweiligen Standorten verwendeten Geräte herangezogen werden.

Die FME Grundausstattung umfasst im Allgemeinen die folgenden Komponenten:

- Funkmeldeempfänger mit
- Stromquelle (Akku oder Batterie)
- Ladestation mit
- Antenne
- Gürteltragetasche

Einige Funkmeldeempfänger verfügen über ein Display. Man unterscheidet Displays zur reinen Darstellung der gerätspezifischen Parameter, wie z.B. Lautstärke, Batteriestand-Anzeige etc. und Displays, die

Nachrichten, wie z.B. Alarmierungstexte darstellen können.



Abb. 59 Digitale Meldeempfänger (DME)

14.2 Gebäudefunk/Objektfunk

Gebäudefunkanlagen werden im Einsatzfall von der Feuerwehr über einen Feuerwehrschlüsselschalter oder automatisch über die Brandmeldeanlage in den aktiven Betriebszustand geschaltet, hier RS-1 betrieb.



Abb. 60 Bedienfeld Gebäudefunkanlage

[Feuerwehr Dortmund]

Die Anlage ist je nach BOS ein, zwei oder mehrkanalig aufgebaut. Die Betriebsart der Funkanalage ist immer Duplex und die der Handfunkgeräte bedingtes Gegensprechen im Unterband. Ist ein größeres Gebäude oder eine Fläche funktechnisch zu versorgen, so kommt auch hier die Gleichwellentechnik mit mehreren Standorten im Objekt zum tragen. Durch den Einsatz einer Gebäudefunkanlage ist der Funkverkehr zwischen allen Funkteilnehmern, zum Beispiel Einsatzleitwagen und Angriffstrupp untereinander sichergestellt. Die Funkstellen können auf jeden 2-m-BOS-Kanal geschaltet werden. Die Kanalzuweisung erfolgt durch die zuständige LZPD. Das Antennensystem wird aus strahlenden Hochfrequenz-Antennenkabel (Schlitz- oder Leckkabel) als redundante Schleife, zweiseitige Einspeisung im Objekt verlegt. Zur Funkversorgungsergänzung können frei abstrahlende Antennen eingesetzt werden. Die komplexe Funk- und Antennenanlage muss für jedes Objekt gesondert geplant und berechnet werden.

14.3 Funkmeldesystem (FMS)

Das Funkmeldesystem (FMS) der BOS ermöglicht eine erhebliche Verkürzung des Nachrichtenaustausches in Sprechfunkverkehrskreisen zwischen beweglichen Einsatzkräften und der Einsatzleitstelle durch Übertragung digitaler Kurztelegramme anstelle analoger Sprache für definierte taktische Standardmeldungen und Anordnungen. Es eröffnet die Verwendung automatisierter Einsatzleitsysteme und bewirkt dadurch eine bessere Kräfteübersicht, Kräfteverfügbarkeit und Einsatzeffektivität. Aufgrund des verkürzten Zeitbedarfs für die Übertragung von Standardmeldungen und Anordnungen steht der jeweilige Funkkanal länger für den einsatzspezifischen Sprechfunkverkehr zur Verfügung.

Damit in einem Funknetz ein kompatibler Betrieb von FMS-Geräten verschiedener Hersteller möglich ist, werden in der Technischen Richtlinie „Funkmeldesystem" Übertragungsverfahren und Funktionsabläufe verbindlich festgelegt.

Im Rahmen einer Baumusterprüfung muss nachgewiesen werden, dass das von einer Firma hergestellte FMS-Gerät die festgelegten Forderungen und Vorgaben erfüllt. Bei erfolgreicher Baumusterprüfung erhält das geprüfte Gerät eine BOS-Prüfnummer.

Neben der eigentlichen Statusmeldung besitzen die Geräte die Möglichkeit zur Einstellung einer Zusatzinformation für die Übermittlung von vier taktischen Kurzinformationen.
Der Empfang einer Anordnung bzw. der automatischen Quittung der Leitstelle wird durch ein akusti-

sches Signal sowie optisch im Display des Gerätes angezeigt.

14.3.1 Baustufen

FMS-Bedienteile können in Sprechfunkgeräten integriert sein, als Zusatzgerät angeschlossen werden oder als Sonderausführung in den Handapparat integriert sein.
Die Fahrzeugidentifizierung erfolgt durch eine Kodierung, die dem jeweiligen Fahrzeug eindeutig zugeordnet ist.



Abb. 61 FMS-Hörer

Bei neueren Geräten lassen sich mehrere Kodierungen im Gerät hinterlegen, so dass z.B. bei einer vorübergehenden Außerbetriebnahme eines Fahrzeuges das Reservefahrzeug auf den Funkrufnamen des Originalfahrzeugs umprogrammiert werden kann, ohne dass das Funkgerät oder der Handapparat getauscht werden müssen. Allerdings kann der Anwender nur auf bereits programmierte Kodierungen zurückgreifen. Es muss also im Vorfeld durch den für die Funktechnik Zuständigen festgelegt werden, welches Fahrzeugfunkgerät welche Kodierungen benötigt.

14.3.2 FMS-Fahrzeuggerät Baustufe 1

Mit einem Status- und Kennungsgeber beim beweglichen Sprechfunkteilnehmer werden codierte Meldungen zum Auswerter der Einsatzleitstelle übertragen, die nach Prüfung auf Fehlerfreiheit zur Weiterverarbeitung in einem Einsatzleitsystem zur Verfügung stehen. Optische Anzeigen und akustische Signale dienen der sofortigen Erkennbarkeit und allgemeinen Quittierung.

14.3.3 FMS-Fahrzeuggerät Baustufe 2

Zusätzlich zu den Funktionen der Baustufe 1 besitzt das FMS-Fahrzeuggerät der Baustufe 2 einen Auswerter für ankommende Telegramme. Als richtig erkannte Telegramme werden in Abhängigkeit vom Quittierungserfordernis automatisch bestätigt.
Optische und akustische Kontrollelemente verdeutlichen den fehlerfreien Meldeverkehr.

14.3.4 Telegrammaufbau

Das bei der Übermittlung von FMS-Daten im analogen BOS-Funk eingesetzte Telegramm besteht aus 48 Bit[51], von denen die ersten 40 Bit gesichert werden. Die restlichen 8 Bit setzen sich zusammen aus 7 Bit Redundanz und einem freien Schlussbit, welches nicht mehr ausgewertet wird.

Bit-Nr.	Telegramm
1-4	BOS-Kennung (einstellig, hexadezimal[52])
5-8	Landeskennung (einstellig, hexadezimal)
9-16	Ortskennung (zweistellig, dezimal)
17-32	Fahrzeugkennung (vierstellig, dezimal)
33-36	Status (einstellig, hexadezimal)
37	Baustufenkennung
38	Richtungskennung
39-40	taktische Kurzinformation
41-47	Redundanz
48	Schlussbitt

Tab 9 Telegrammaufbau FMS

Beispiel BOS-Kennung

Die Bit-Nr. 1 bis 4 geben die BOS-Kennung im Hexadezimalcode an. Das folgende Beispiel zeigt die Codierung exemplarisch für die Feuerwehr und den Malteser Hilfsdienst.

	BOS				
4-Bit-Code	1	2	3	4	Hex.
Feuerwehr	1	1	0	1	6
Malteser-Hilfsdienst e.V.	1	0	1	1	B

51 Ein Bit ist die kleinste elektronische Speichereinheit. Es kennt nur zwei Zustände: 0 oder 1, An oder Aus, Ja oder Nein. 8 Bit ergeben 1 Byte.

52 Im Hexadezimalsystem werden die 16 Zahlen wie folgt dargestellt: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e,f,. Jeder Ziffer sind 4 Bit zugeordnet. Das System ermöglicht eine vereinfachte Darstellung der Binär-Zahlen (Bit-Codes).

Beispiel Ortskennung

Für die Ortskennung sind die Bit-Nr. 9 bis 16 vorgesehen. Die Auswertung erfolgt im Dezimal-Code. Das folgende Beispiel zeigt die Codierung für den Ort mit der Kennziffer „12".

Bit-Nr.	9	10	11	12	13	14	15	16
4-Bit-Dual-Code	1	0	0	0	0	1	0	0
Dezimal-Code	1				2			

14.3.5 Notruf

Eine Besonderheit des FMS stellt die Notruf-Funktion dar.

Durch drücken der Meldetaste „0" wird das Mikrofon für ca. 60 Sekunden zwangsweise freigeschaltet und das Funkgerät geht automatisch in den Sendebetrieb.

Während der Notrufprozedur sind die Meldetasten und der Ein-/Ausschalter des FMS-Fahrzeuggeräts unwirksam. Ein Eingriff in das ablaufende Notrufprogramm ist auch von der Leitstelle aus nicht möglich.

14.3.6 Statusfestlegungen

Die folgende Tabelle führt die in der Technischen Richtlinie *Funkmeldesystem* beschriebenen FMS-Stati auf.

Status	Festlegung[53]
0	Notruf
1	einsatzbereit über Funk
2	einsatzbereit auf Wache
3	Einsatzauftrag übernommen / auf dem Weg zum Einsatzort
4	Am Einsatzort eingetroffen / eingeschränkte Verfügbarkeit
5	einsatzbezogener Sprechwunsch[54]
6	nicht einsatzbereit
7	auf dem Weg ins Krankenhaus (mit Patient)
8	im Krankenhaus eingetroffen
9	Handquittung/Fremdanmeldung

Tab 10 Statusfestlegung nicht-polizeiliche BOS

14.3.7 Fernaufträge

Die Technische Richtlinie *Funkmeldesystem* legt Buchstabencodes für Feuerwehren und Hilfsorganisationen fest, die für sog. Fernaufträge genutzt werden können. Fernaufträge können von der Leitstelle an das Fahrzeuggerät gesendet werden.

Angezeigter Buchstabe	Festlegung für Feuerwehren und Hilfsorganisationen
E	Einrücken (Einsatzauftrag aufgehoben)
C	Melden Sie sich für Einsatzübernahme
F	Kommen Sie über Draht
H	Fahren Sie die Wache an
J	Sprechaufforderung
L	Geben Sie eine Lagemeldung

Tab 11 Buchstabencodes für Fernaufträge

14.3.8 Taktische Kurzinformationen

Bei den taktischen Kurzinformationen handelt es sich um eine am Funkgerät schaltbare Zusatzinformation, die die Werte 1,2,3 oder 4 haben kann.

Die Bedeutung der Ziffern ist nicht bundeseinheitlich festgelegt.

15 Betriebsorganisation

Die stetig wachsende Zahl der Funkgeräte und Funkverkehrskreise im Bereich der BOS, erfordert von jedem Funk-Teilnehmer eine strenge Einhaltung der rechtlichen und organisatorischen Vorgaben. Durch Regelwerke, wie die nachfolgend genannte BOS-Funkrichtlinie, werden die knappen Kapazitäten (z. B. Funkfrequenzen) durch die Aufsichtsbehörden so zugeteilt, dass gegenseitige Störungen und Beeinträchtigungen möglichst gering gehalten werden.

15.1 BOS-Funkrichtlinie (Stand: 2009)

Im § 4 werden die Organisationen benannt, die als Berechtigte im Sinne des BOS-Funks anerkannt sind:

- Polizeien der Länder;
- Polizeien des Bundes;
- die kommunalen Feuerwehren, staatlich anerkannte Werkfeuerwehren, sowie sonstige

53 Festlegung gilt für Feuerwehr und Sanitätsorganisationen. Andere nicht-polizeiliche BOS können abweichen.

54 Der einsatzbezogene Sprechwunsch und die Handquittung bleiben auf der Statusübersicht des Einsatzleitrechners unberücksichtigt; sie werden jedoch auf dem Bearbeitungsbildschirm angezeigt.

- öffentliche Feuerwehren, wenn sie auftragsgemäß auch außerhalb ihrer Liegenschaft eingesetzt werden können;
- die Katastrophenschutzbehörden der Länder, öffentliche Einrichtungen des Katastrophenschutzes und nach Landesrecht im Katastrophenschutz mitwirkenden Organisationen auch, soweit sie Zivilschutzaufgaben wahrnehmen;
- die behördlichen Träger der Notfallrettung nach landesrechtlichen Bestimmungen und Leistungserbringer, die die Aufgabe "Notfallrettung" im öffentlichen Auftrag erfüllen;
- Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW);
- die Bundeszollverwaltung;
- die mit Sicherheits- und Vollzugsaufgaben gesetzlich beauftragten Behörden und Dienststellen, für die das Bundesministerium des Innern (BMI) im Benehmen mit dem Bundesministerium der Finanzen (BMF) und den zuständigen obersten Landesbehörden die Notwendigkeit bestätigt hat, mit der Polizei über BOS-Funk zusammenzuarbeiten.

15.1.1 Aufgaben der Leitstelle

In § 3 (6) der BOS-Funkrichtlinie ist festgelegt:

„Das BMI, das BMF und die zuständigen obersten Landesbehörden stellen in ihrem jeweiligen Bereich durch Funküberwachung sicher, dass die für die Frequenznutzungen im BOS-Funk geltenden Bestimmungen und Betriebsvorschriften eingehalten werden.“

Der Fernmeldebetrieb ist demnach auf Einhaltung der Bestimmungen der BOS-Funkrichtlinie und der Betriebsvorschriften der PDV/DV 810 zu überwachen.

In diesem Sinne sind die Leitstellen der Feuerwehr und des Rettungsdienstes als nachgeordnete Betriebsleitungen tätig. Ihnen obliegt die Überwachung und Sicherstellung eines störungsfreien Fernmeldebetriebs. Hierzu zählt u. a. auch die Einhaltung der „Funkdisziplin“.

Festgestellte Funkstörungen und Beeinträchtigungen sind ebenfalls der zuständigen Leitstelle zu melden.

15.1.2 Begriffsbestimmungen aus der BOS-Funkrichtlinie

Antennengewinn

Wert, der ausdrückt, um wie viel stärker eine Antenne gegenüber einer rund strahlenden Bezugsantenne in der Hauptstrahlung wirkt.

Äquivalente Strahlungsleistung (ERP)

Produkt aus der Leistung, die der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn, bezogen auf einen Halbwellendipol, in einer gegebenen Richtung.

Äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP)

Produkt aus der Leistung, die der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer gegebenen Richtung, bezogen auf eine isotrope Antenne (isotroper oder absoluter Gewinn).

Azimut

Der Winkel der Antenne zwischen rechtweisend Nord und der betrachteten Richtung zum Zielobjekt in der Horizontalebene.

Digitale Funkalarmierung

Alarmierung innerhalb eines bestimmten Gebietes mit einem oder mehreren Digitalen Alarmumsetzern zur Übertragung von Fernwirksignalen und Daten. Sie dient der Alarmierung von Einsatzkräften.

Digitale Alarmumsetzer (DAU)

Ortsfeste Sende-/Empfangsfunkanlagen in Funknetzen zur digitalen Alarmierung, die zugeführte Daten (Kurznachrichten, Fernwirksignale) oder von ihrem Empfangsteil aufgenommene Funkaussendungen eines anderen DAU aufbereiten, Zusatzinformationen einfügen und zum Empfang durch weitere DAU, Digitale Meldeempfänger (DME) und Digitale Sirenensteuerempfänger (DSE) aussenden, sowie eigene Fernwirkausgänge steuern.

Duplex-Betrieb (Gegensprechen)

Betriebsart, bei der die Übertragung gleichzeitig in beiden Richtungen einer Telekommunikationsverbindung möglich ist; Duplex-Betrieb erfordert allgemein zwei Frequenzen für eine Funkverbindung.

Fester Funkdienst

Funkdienst zwischen bestimmten festen Punkten.

Feste Funkstelle

Ein oder mehrere Sender oder Empfänger oder eine Gruppe von Sendern und Empfängern, einschließlich der Zusatzeinrichtungen, die zur Wahrnehmung eines Funkdienstes an einem gegebenen Ort erforderlich sind.

Funkanlage

Sende- und Empfangsfunkanlage einschließlich Antenne, Bediengerät mit Hör- und Sprechmöglichkeit, Stromversorgung und erforderlichen Zusatzeinrichtungen.

Kanal

Bezeichnung für ein Frequenzpaar oder eine Einzelfrequenz.

Meldeempfänger

Ein tragbarer Empfänger einschließlich Antenne zur Alarmierung des Personals, der vorübergehend auch an einer ortsfesten Antenne betrieben werden kann.

Mobile Funkstelle

Funkstelle des mobilen Landfunkdienstes mit einer oder mehreren Sprechfunkanlagen, die dazu bestimmt sind, während der Bewegung oder des Haltens an beliebigen Orten betrieben zu werden, die innerhalb der geographischen Grenzen eines Landes oder eines Erdteils ihren Standort auf der Erdoberfläche verändern kann.

Mobiler Landfunkdienst

Mobiler Funkdienst zwischen ortsfesten und mobilen Landfunkstellen oder zwischen mobilen Landfunkstellen. Jede Funkstelle wird dem Funkdienst zugeordnet, an dem sie ständig oder zeitweise teilnimmt.

Ortsfeste Landfunkstelle

Funkstelle des mobilen Funkdienstes, die nicht dazu bestimmt ist, während der Bewegung betrieben zu werden.

Relaisfunkstelle

Funkstelle des mobilen Landfunkdienstes, welche im Unterband aufgenommene Signale im Senderbetrieb auf der Oberbandfrequenz des Funkkanals wieder abstrahlt, ist eine mit einer oder mehreren ohne Abfrageeinrichtung errichteten Sprechfunkanlagen, die der Verbindung zwischen ortsfesten Landfunkstellen einerseits und mobilen Funkstellen oder Meldeempfängern andererseits oder der Verbindung zwischen mobilen Funkstellen dient.

Relaisschaltung

Die durch unmodulierte oder modulierte Ausstrahlung bewirkte Durchschaltung vom Empfängerausgang zum Sendereingang derselben (RS 1), oder einer anderen (RS 2) Sprechfunkanlage. RS 3 gilt für den gestaffelten Eintonruf, RS 4 für das Mehrtonrufsystem.

Semi-Duplex-Betrieb (bedingter Gegenverkehr)

Betriebsart mit Simplex-Betrieb an einem Ende und Duplex-Betrieb am anderen Ende einer Telekommunikationsverbindung; Semi-Duplex-Betrieb erfordert allgemein zwei Frequenzen für eine Funkverbindung.

Simplex-Betrieb (Wechselsprechen)

Betriebsart, bei der die Übertragung abwechselnd in beide Richtungen einer Telekommunikationsverbindung ermöglicht wird; Simplex-Betrieb kann mit einer oder zwei Frequenzen durchgeführt werden.

Tonruf

Das Aussenden von Tonfrequenzen als Anrufsignal oder zur Steuerung von Funkanlagen.

Überleiteinrichtung

Eine Einrichtung, die die Überleitung von Funkgesprächen aus einem Funknetz in eine leitergebundene TK-Anlage oder umgekehrt ermöglicht.

Betriebsarten

Betriebsarten (auch: Verkehrsarten) sind von den technischen Möglichkeiten abhängige Verfahren des Nachrichtenaustausches.
Entsprechend der BOS-Funkrichtlinie gibt es im analogen BOS-Funk drei zugelassene Betriebsarten:

- Simplex (Wechselsprechen)
- Duplex (Gegensprechen)
- Semi- oder Halbduplex (bedingtes Gegensprechen)

16 Simplex / Wechselsprechen [W]

Die Betriebsart Wechselsprechen (auch: Simplex) ermöglicht das Senden und Empfangen auf einer Frequenz, wobei beide Teilnehmer die gleiche Bandlage geschaltet haben. Diese Betriebsart wird überwiegend im 2-m-Frequenzbereich angewendet.
Durch Betätigung der Sprechtaste wird die Antenne auf den Sender umgeschaltet. Beim Loslassen der Sprechtaste wird die Antenne wieder auf den Empfänger geschaltet (Standardschaltung). Da während des Sendens die Antenne nur auf den Sender geschaltet ist, ist eine sprechende Funkstelle in der Betriebsart Simplex nicht zu erreichen.
Wechselsprechen im 4m-Band wird z.B. bei Kolonnenfahrten außerhalb des eigenen Funkverkehrskreises angewendet. Die Teilnehmer nutzen hierbei eine eigens zugewiesene Frequenz und können so ohne die Nutzung einer Relaisstelle kommunizieren.

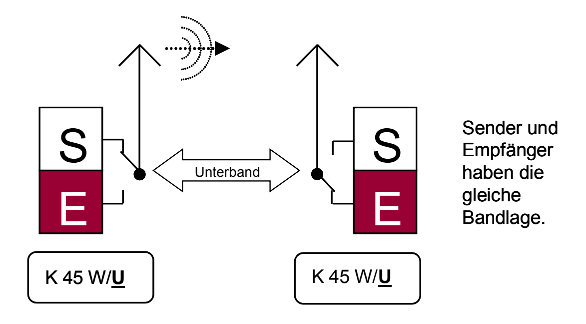


Abb. 62 Beispiel für Simplex-Betrieb im Unterband

17 Duplex / Gegensprechen [G]

Für die Betriebsart Gegensprechen (auch: Duplex) sind im Gegensatz zum Simplex-Betrieb zwei Frequenzen notwendig; eine Frequenz im Unterband und eine Frequenz im Oberband. Durch eine Antennenweiche sind Sender und Empfänger gleichzeitig an die Antenne geschaltet, so dass gleichzeitig gesendet und empfangen werden kann.
Die am Funkgerät eingestellte Bandlage kennzeichnet dabei immer die Sendefrequenz. Damit nun zwei Teilnehmer miteinander sprechen können, müssen sie unterschiedliche Bandlagen einstellen.
Damit keine Rückkoppelungen entstehen, ist im Duplex-Betrieb bei gedrückter Sendetaste lediglich der Lautsprecher des Funkhörers aktiv. Der Gerätelautsprecher wird stumm geschaltet.

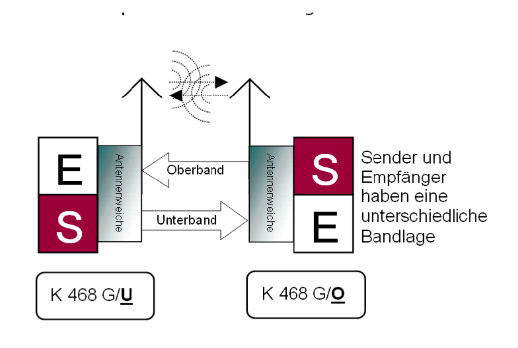


Abb. 63 Duplex-Betrieb ohne Relais

In der Praxis wäre mit dieser Verfahrensweise jedoch nur eine eingeschränkte Kommunikation möglich, da Fahrzeuge (senden in der Regel im Unterband) zwar mit der Leitstelle (sendet im Oberband) Verbindung aufnehmen könnten, aber nicht untereinander ohne die Bandlage zu wechseln. Das würde zudem bedeutet, dass Einheiten im selben Einsatz Funkgespräche (z.B. Rückmeldungen) von anderen Einheiten nicht mithören könnten. Um zu ermöglichen, dass in einem Funkverkehrskreis jeder jeden hört, werden Relaisstellen eingesetzt.

17.1 Relaisbetrieb

Die Betriebsmerkmale der verschiedenen Relaisschaltungen (RS) wurden bisher, entsprechend der Reihenfolge ihrer Entwicklung, als RS1, RS2, RS3 und RS4 bezeichnet.

Mittlerweile wurden die Bezeichnungen umgestellt. Die Zusammenschaltungsart gibt an, ob die Relaisfunkstelle aus einer oder zwei bzw. mehr verbundenen Geräten besteht. Eine Buchstabenkombination kennzeichnet Hochtast- und Abschaltkriterien.
„Kleine" Relaisfunkstellen bestehen aus einem Funkgerät, „große" aus zwei miteinander verbundenen Geräten.

Zusammenschaltungsart	
RS1	die durch modulierte oder unmodulierte Ausstrahlung bewirkte Durchschaltung vom Empfänger zum Sender desselben Geräts.
RS2	die durch modulierte oder unmodulierte Ausstrahlung bewirkte Durchschaltung vom Empfänger des ersten zum Sender eines zweiten Geräts und umgekehrt bzw. zu weiteren Geräten derselben Anlage.

Hochtastkriterium	
T	Träger (Modulation nicht erforderlich)
E	Eintonruf (auch zeitgestaffelt)
M	Mehrtonruf (auch zeitgestaffelt)
S	Sprache
D	Digitalcode (FMS)

Abschaltkriterium	
h	beim Ausbleiben des HF-Trägers über eine definierte Zeitspanne hinaus
n	beim Ausbleiben des NF-Trägers über eine definierte Zeitspanne hinaus
z	generell nach definierter Zeitspanne (Sendezeitbegrenzung)

Beispiel:
RS1 (T,hz)
kleine Relaisfunkstelle (Hochtastung durch Träger, Abschaltung beim definierten Ausbleiben der HF, zusätzlich Sendezeitbegrenzung)

Tab 12 Kennzeichnung von Relaisstationen

Weitere Einzelheiten hierzu sind in der Technischen Richtlinie „Relaisfunkstellengeräte" zu finden.

17.1.1 Kleine Relaisfunkstelle [RS 1]

Die Relaisstelle arbeitet im Wiederaussende-Betrieb, das heißt, dass der Empfängerausgang (Lautsprecher) auf den Sendereingang (Mikrofon) durchgeschaltet wird. Die Relaisstelle arbeitet hierzu in umgekehrter Bandlage zu anderen Teilnehmern.
Die folgende Abbildung beschreibt vereinfacht eine Relaisfunkstelle (RS1), wie sie in Funkverkehrskreisen angewendet wird, die nicht mit einer Gleichwelle arbeiten.

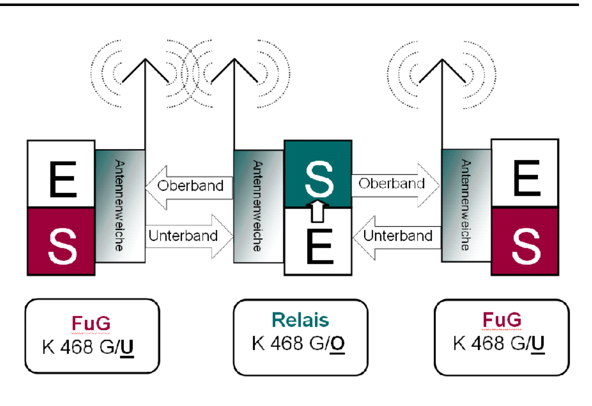


Abb. 64 Vereinfachte Darstellung des Funktionsprinzips einer Relaisfunkstelle RS1

Ein technisch wesentlich aufwändigeres Verfahren wird bei Gleichwellenfunkanlagen angewendet. Alle von der Relaisstelle empfangenen Daten werden zunächst über eine gesonderte Verbindung zur Zentraleinheit der Gleichwellenfunkanlage übermittelt, ausgewertet und anschließend über alle Relais gleichzeitig wieder ausgesendet.

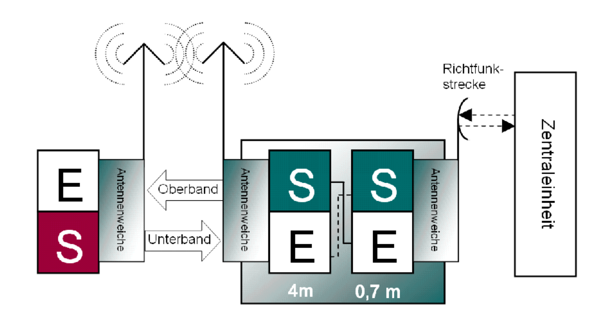


Abb. 65 Vereinfachte Darstellung einer Relaisfunkstelle in einem Gleichwellenfunksystem mit 70cm Richtfunkstrecke

17.1.2 Relaisschaltung RS1 an Fahrzeugfunkgeräten

Bei den Feuerwehren und Hilfsorganisationen werden in der Regel keine Mobilfunkgeräte mehr mit Relaisschaltungen beschafft. Da aber noch viele ältere Geräte (z.B. FuG 7b) in Gebrauch sind, muss auf die Besonderheiten der Relaisschaltung an Mobilfunkgeräten hingewiesen werden!

Eine Relaisschaltung an einem Mobilfunkgerät darf nur auf Weisung vorgenommen werden!

Eine Relaisschaltung an einem Mobilfunkgerät (wie z.B. FuG7b) kann zu Störungen des Funkverkehrs führen. Alle Signale, die empfangen werden, werden ungefiltert mit der maximalen Sendeleistung (10 W) wieder ausgesendet. Eine Sendezeitbegrenzung gibt es nicht. Das bedeutet, dass z.B. Störungen durch Überreichweiten mit 10 W verstärkt dauerhaft gesendet werden und damit unter Umständen eine weitere Kommunikation unmöglich wird.
Um ein unabsichtliches Betätigen der RS1-Schaltung zu vermeiden, darf die Schalterstellung nur durch Überwinden eines erhöhten mechanischen Widerstandes erreicht werden.

17.1.3 Relaisschaltungen

Nachfolgend werden die für den Betrieb von Mobilfunkgeräten notwendigen Kenntnisse über Relaisschaltungen vermittelt.
Technische Details hierzu sind in den folgenden Richtlinien nachzulesen:

- Technische Richtlinie „Relaisfunkstellengeräte"
- Technische Richtlinie „Mobilfunkgeräte 8a/b/c"
- Technische Richtlinie „Mobilfunkgeräte 9b/c"

Je nach Gerätetyp gibt es für die Ansteuerung und Schaltung eines Relais folgende Bedienelemente an Mobilfunkgeräten:

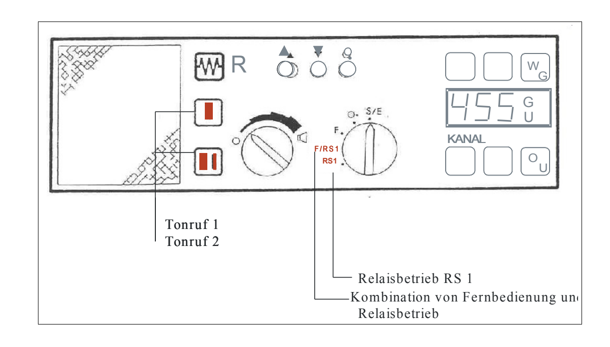


Abb. 66 Bedienelemente für Relaisschaltungen am Beispiel FuG 8c

17.1.4 Große Relaisfunkstelle [RS 2]

Um eine Überleitung von einem Funkverkehrskreis zu einem weiteren Funkverkehrskreis technisch zu realisieren, benötigt man eine Relaisfunkstelle, die mit zwei Funkgeräten arbeitet (RS 2). Dieses Verfahren wird allerdings bei den nichtpolizeilichen BOS eher selten angewendet.

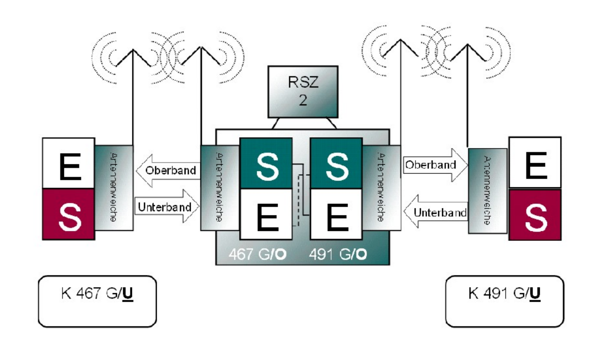


Abb. 67 Vereinfachte Darstellung des Funktionsprinzips einer Relaisfunkstelle RS2

17.1.5 Tonruf

In einem Funkverkehrskreis außerhalb des Gleichwellenfunkbetriebs können für die abzudeckende Fläche mehrere Relaisstellen erforderlich sein. Die zeitweise gezielte Aktivierung eines Relaisstandortes aus Richtung der rufenden Funkgeräte erfolgt über eindeutige Schaltkriterien. Hierfür stehen dem Anwender an BOS-Funkgeräten die Tonruftaste I und II zur Verfügung. Mit ihnen lässt sich ein hörbares Tonsignal (Tonruf I: 1750 Hz, Tonruf II: 2135 Hz) senden. Wird dann auch noch die Signallänge bzw. das Aussenden des Tonrufsignals variabel gestaltet, stehen vier Tonrufvarianten zur Verfügung. Es wird unterschieden zwischen Tonruf kurz (> 0,5 s bis < 2 s) und Tonruf lang (> 2 s bis < 4 s).
Bei nur einem Relaisstandort oder im Gleichwellenbetrieb erfolgt die Einschaltung des Relaisbetrieb über ein spezifisches Hochtastkriterium. Hierzu reicht der Empfang des Trägersignals vom sendenden Funk Funkgerät, wobei die Relaisschaltung zeitlich dann etwas länger aufrecht gehalten wird. Diese Variante wird als RS 1 Th bzw. RS 4 bezeichnet.

18 Semi-Duplex / bedingtes Gegensprechen [bG]

Wenn der Sprechfunkverkehr auf einem Kanal durchgeführt wird, der jeweils eine Frequenz im Ober- und im Unterband zur Verfügung stellt, also

duplexfähig ist, ist unter Umständen trotzdem nur wechselseitiges Sprechen möglich.
Dies ist der Fall…

- wenn Geräte ohne Antennenweiche eingesetzt werden (Handfunkgeräte).
- beim Relaisbetrieb, wo eine Umsetzung der Bandlage erfolgt (Wechsel vom Unterband zum Oberand).

Für Handfunkgeräte bedeutet das, dass generell neben der Betriebsart Wechselsprechen, nur bedingtes Gegensprechen möglich ist. Angewendet wird die Betriebsart bedingtes Gegensprechen im 2-Meter-Band, wenn Relais, wie sie z.B. bei Gebäudefunkanlagen, zur Reichweitenverlängerung genutzt werden sollen.

Im 4-Meter-Wellenbereich wird in der Regel ebenfalls nur „bedingtes Gegensprechen" angewendet, obwohl am Funkgerät die Betriebsart Gegensprechen eingestellt ist. Durch die Nutzung von Relaisstellen wird ein Vollduplexbetrieb verhindert. Da alle in der Relaisfunkstelle eingehenden Signale über einen einzigen Sender wieder ausgestrahlt werden, wird bei gleichzeitigem Sprechen von zwei Teilnehmern nur ein unverständlicher „Wellensalat" vom Relais gesendet.

19 Beispiele für Fehlschaltungen

In einem Funkverkehrskreis wird der Kanal 468, Betriebsart Gegensprechen (Duplex) und Sendebandlage „Unterband" genutzt.

K 468 G/U

Neben einer falschen Kanaleinstellung, die eine Kommunikation gänzlich unmöglich werden lässt, sind die folgenden aufgeführten Fehlschaltungen möglich.

Möglichkeit 1

Fahrzeug 3 schaltet in der Betriebsart Gegenverkehr sersehentlich die Sendebandlage „Oberband".

- Das Fahrzeug hat keine Verbindung zu einer Relaisstation, da diese im Unterband empfängt und im Oberband sendet. Eine Funkverbindung mit der Leitstelle, bzw. mit Fahrzeugen außerhalb der Reichweite des eigenen Funkgerätes, ist nicht möglich.
- Eine Funkverbindung zu Fahrzeugen in Reichweite des eigenen Funkgerätes ist möglich.
- Der Teilnehmer kann nicht beurteilen, ob der Funkkanal belegt ist, da Gespräche von anderen Teilnehmern, die sich nicht im unmittelbaren Empfangsbereich befinden und über ein Relais gesendet werden, nicht gehört werden können.

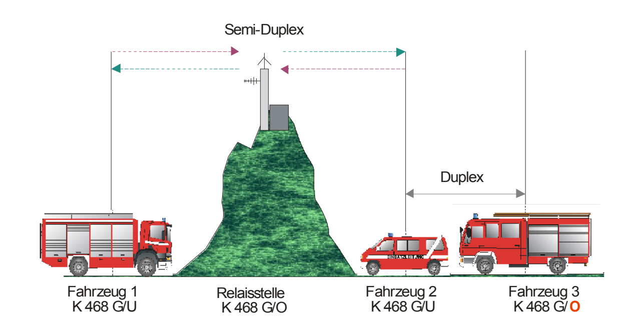


Abb. 68 Fehlschaltung 1

Möglichkeit 2

Fahrzeug 3 schaltet versehentlich die Betriebsart „Wechselsprechen" im Unterband.

- Bei dieser Fehlschaltung ist ein Senden uneingeschränkt möglich, da dieses im Unterband und damit über ein Relais erfolgt.
- Das Fahrzeug kann jedoch Gespräche von anderen Teilnehmern, die über eine Relaisstelle abgewickelt werden, nicht empfangen.
- Funkgespräche können nur von Teilnehmern, die sich in unmittelbarer Reichweite befinden, empfangen werden.
- Der Teilnehmer kann nicht beurteilen, ob der Funkkanal belegt ist, da Gespräche von anderen Teilnehmern, die sich nicht im unmittelbaren Empfangsbereich befinden und über ein Relais (sendet im OB) gesendet werden, nicht gehört werden können (Fahrzeug 3 empfängt im UB).

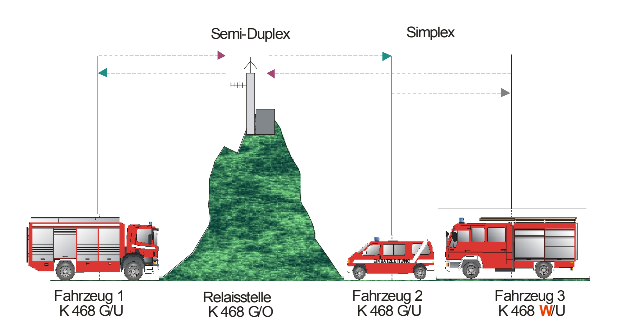


Abb. 69 Fehlschaltung 2

Möglichkeit 3

Fahrzeug 3 schaltet versehentlich die Betriebsart „Wechselsprechen“ im „Oberband“.

- Bei dieser Fehlschaltung ist ein Empfangen von Relaisstationen möglich.
- Eine Funkverbindung mit Fahrzeugen bzw. mit der Leitstelle außerhalb der Reichweite des eigenen Funkgerätes ist nicht möglich.
- Eine Funkverbindung mit anderen Teilnehmern innerhalb der Reichweite ist möglich (Senden direkt von Fahrzeug zu Fahrzeug, Empfang über Relais).
- Der Empfang anderer Teilnehmer ist nur über eine Relaisstation möglich, auch wenn sie sich im direkten Empfangsbereich befinden.
- Der Teilnehmer kann beurteilen, ob der Funkkanal belegt ist, da Gespräche von anderen Teilnehmern, die über ein Relais gesendet werden, empfangen werden können.

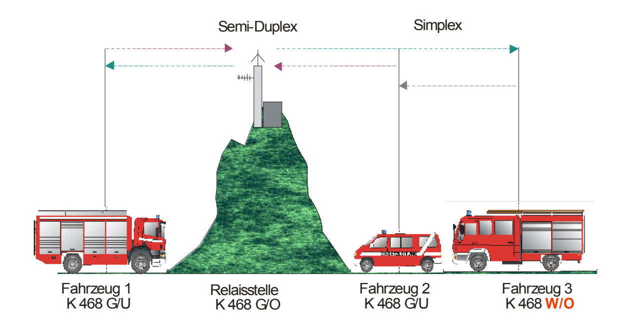


Abb. 70 Fehlschaltung 3

Funkrufnamen

Jeder Funkanlage zur Übertragung von Sprache wird nach der von den obersten Bundes- und Landesbehörden vereinbarten Systematik ein(e) Rufname / Kennung zugeteilt. Der Rufname / die Kennung kennzeichnet die Organisationseinheit und ggf. die Art der jeweils wahrzunehmenden Aufgabe. [BOS-Funkrichtlinie]

20 Funkrufnamen im Analogfunk

Der folgende Text gibt den Inhalt des Runderlasses des Innenministeriums NRW vom 3.4.2001 – V D 4-4.429-31-n.v. *„Informations- und Kommunikationstechnik in den Aufgabenbereichen Feuerschutz und Hilfeleistung sowie im Rettungsdienst"* wieder.

20.1 Aufbau des Funkrufnamens

Der Funkrufname setzt sich zusammen aus

- Kennwort
- Name des Leitstellenbereichs
- Kennzahl

20.2 Kennwort

Das Kennwort wird durch den Namen der Organisation (ggf. auch in Kurzform) gebildet [siehe Tab 13 Organisationskennwörter].

20.3 Name des Leitstellenbereichs

Der Name des Leitstellenbereichs ist im Regelfall mit dem Namen des Kreises oder der kreisfreien Stadt identisch. Die Verwendung einer verständlichen Abkürzung dieses Namens ist zulässig.

20.4 Kennzahl

Die Kennzahl besteht aus drei zweistelligen Zahlenblöcken, die als Teilkennzahlen bezeichnet werden.

20.4.1 Teilkennzahl 1

In den Kreisen stellt die 1. Teilkennzahl eine numerische Bezeichnung der Kreisangehörigen Gemeinde dar. Bei den kreisfreien Städten kennzeichnet die 1. Teilkennzahl die Wachen. Bei den IuK-Einheiten der Bezirksregierungen kennzeichnet die 1. Teilkennzahl den Regierungsbezirk.
Wegen der begrenzten Codierungsmöglichkeiten des BOS-Funkmeldesystems sind als 1. Teilkennzahlen nur die Ziffern 00 bis 24 zulässig.

20.4.2 Teilkennzahl 2

Die 2. Teilkennzahl kennzeichnet ortsfeste Funkanlagen sowie mobile Funkanlagen, die auf eine Führungskraft, eine Führungsfunktion oder den eingesetzten Fahrzeugtyp Bezug nehmen. Die Bedeutung der 2. Teilkennzahlen ist festgelegt . [Siehe Tab 14 Zuordnung der 2. Teilkennzahl]

20.4.3 Teilkennzahl 3

Die 3. Teilkennzahl dient der Unterscheidung von Funkanlagen mit gleicher 2. Teilkennzahl innerhalb einer Gemeinde (bei kreisangehörigen Gemeinden) bzw. in einer Wache (bei kreisfreien Städten) oder bei einer Bezirksregierung (IuK-Einheiten).
Die maximale Anzahl der 3. Teilkennzahlen ist systembedingt begrenzt. Einzelheiten dazu können dem Runderlass „Codierungssystematik für die Datentelegramme des BOS-Funkmeldesystems" entnommen werden. In Einzelfällen kann sich aus diesem Grund die Notwendigkeit ergeben, für die betreffende Gemeinde bzw. Wache mehrere 1. Teilkennzahlen zu vergeben.

20.5 Funkrufnamen der Leitstellen

Beim Funkrufnamen der Leitstelle entfällt die Kennzahl.

20.6 Funkrufnamen der festen Landfunkstellen

Die Funkrufnamen der festen Landfunkstellen müssen nach der gleichen Systematik wie die Funkrufnamen der mobilen Fahrzeugstationen gegliedert sein.
Mehrere feste Landfunkstellen im Bereich einer Gemeinde oder Wache werden durch die 3. Teilkennzahl unterschieden. Bei den Funkrufnamen für die Wachen in den kreisfreien Städten sollte als 3. Teilkennzahl in der Regel die Ziffer 1 verwendet werden. In diesem Fall ist es zulässig bei der verbalen Durchsage des Funkrufnamens die 2. und 3. Teilkennzahl nicht mitzusprechen.

20.7 Funkrufnamen im 2-m-Wellenbereich

Über die Verwendung der in der Tabelle 13 festgelegten Kennwörter hinaus wird keine weitergehende Regelung getroffen. Es wird jedoch empfohlen, soweit Handsprechfunkgeräte auf Fahrzeugen mitgeführt werden, über den Funkrufnamen einen Bezug zu dem betreffenden Fahrzeug herzustellen.

Beispiele

- Leitstelle des Kreises Lippe
  Florian Lippe

- Feste Landfunkstelle der Bezirksregierung Detmold
  Florian Bezirk 21/00/00
  gesprochen „Florian Bezirk 21"

- Feste Landfunkstelle der 3. Feuer- u. Rettungswache Köln
  Florian Köln 03/00/01
  gesprochen „Florian Köln 3"

- 1. LF 24 der Feuerwache 7 in Düsseldorf
  Florian Düsseldorf 07/46/01
  gesprochen „Florian Düsseldorf 7/46/1"

- 3. TLF 16/25 der Gemeinde Dorsten (Gemeinde 8) im Kreis Recklinghausen
  Florian Recklinghausen 08/23/03
  gesprochen „Florian Recklinghausen 8/23/3"

- 2. RTW des Deutschen Roten Kreuzes der Rettungswache 3 in Bielefeld
  Rotkreuz Bielefeld 03/83/02
  gesprochen „Rotkreuz 3/83/2"

Organisation	**Kennwort**	
	4-m-Wellenbereich	2-m-Wellenbereich
Arbeiter-Samariter-Bund	Sama	Samuel
Deutsches Rotes Kreuz	Rotkreuz	Äskulap
Feuerwehr, Kreise[55], Bezirksregierungen	Florian	Florentine
Johanniter-Unfall-Hilfe	Akkon	Jonas
Malteser Hilfsdienst	Johannes	Malta
Deutsche Lebens-Rettungs-Gesellschaft e.V.	Pelikan	Pelikan
Rettungshubschrauber	Christoph	
Technisches Hilfwerk	Heros	Heros

Tab 13 Organisationskennwörter

[Innenministerium NRW]

55 Einheiten und Einrichtungen der Kreise und der Bezirksregierungen gem. FSHG und RettG.

Führungskräfte

01	Leiter der BOS	
02	1.stv. Leiter	
03	2.stv. Leiter	
04-06		
07	Leitender Notarzt	LNA
08	OrgL RD	
09		

Einsatzleit- und Mannschaftstransportfahrzeuge

10	Kommandowagen	Kdow
11	Einsatzleitwagen	ELW1
12	Einsatzleitwagen	ELW2
13	Einsatzleitwagen	ELW3
14	Mobile Besprechungseinheit luK	
15	Luftbeobachter	LuB
16		
17		
18	Personenkraftwagen (diverse)	PKW
19	Mannschaftstransportfahrzeug	MTF

Tank- und Pulverlöschfahrzeuge

20	frei verfügbar (durch IM)	
21	Tanklöschfahrzeug	TLF8/18 + TLF16/24
22		
23	Tanklöschfahrzeug	TLF16/25
24	Tanklöschfahrzeug	TLF24/50+TLF24/48
25		
26		
27	Trocken-Tanklöschfahrzeug	TroTLF
28	Trockenlöschfahrzeug	TroLF
29	Sonstige	

Hubrettungsfahrzeuge

30	frei verfügbar (durch IM)	
31	Drehleiter	DL/DLK 16-4 /12-9
32	Drehleiter	DL/DLK 18-12
33	Drehleiter	DL(A)-K 23-12
34		
35	Gelenkmast	GM
36	Teleskopmast	TM
37		
38		
39	Sonstige	

Löschgruppen- und Tragkraftspritzenfahrzeuge

40	frei verfügbar (durch IM)	
41	Löschgruppenfahrzeug	LF8
42	Löschgruppenfahrzeug	LF8/6
43		
44	Löschgruppenfahrzeug	LF16 + LF16/12
45	Löschgruppenfahrzeug	LF16-TS
46	Löschgruppenfahrzeug	LF24
47	Tragkraftspritzenfahrzeug	TSF
48	Tragkraftspritzenfahrzeug	TSF-W
49	Sonstige	

Rüst- und Gerätewagen

50	Voraus-Rüstwagen	VRW
51	Rüstwagen	RW 1
52	Rüstwagen	RW 2
53	Rüstwagen	RW 3
54	Gerätewagen-Gefahrgut	GW-G + GW-G2
55	Gerätewagen-Öl	GW-Öl + GW-G1
56	Gerätewagen- AtemschutzGW-A	
57	Gerätewagen- Strahlenschutz	GW-Str
58	Gerätewagen- Wasserrettung	GW-W
59	Sonstige	

Schlauch- und Wechselbehälter- Fahrzeuge

60	frei verfügbar (durch IM)	
61	Schlauchwagen	SW 1000
62	Schlauchwagen	SW 2000
63	Schlauchwagen	SW 2000 Tr
64	Schlauchtransportwagen	STW
65	Wechsellader-Fahrzeug	WLF 18 to
66	Wechsellader-Fahrzeug	WLF 26 to
67		
68		
69	Sonstige	

Sonstige Feuerwehrfahrzeuge

70	frei verfügbar (durch IM)	
71	Feuerwehr-Kran	FWK
72	Kleineinsatzfahrzeug	KEF/KLAF
73	Kombi “Soziale Betreuung“ EE	
74	Lastkraftwagen	LKW
75	Gerätewagen- Licht	GW-Li
76	Krad	
77	Tankwagen/Tankzug	
78	Löschboot	LB
79	Mehrzweckboot	MZB

Rettungsdienstfahrzeuge

80	Frei	
81	Notarztwagen	NAW
82	Notarzt-Einsatzfahrzeug	NEF
83	Rettungswagen	RTW
84	Rettungshubschrauber	RTH
85	Krankentransportfahrzeug	KTW
86	Krankentransportwagen 4-Tragen	KTW-4
87	Großraum RTW/KTW	GRTW/GKTW
88	Rettungsboot	RTB
89	Sonstige/ Kobi Sanitätsdienst EE / Arzttrupkraftwager ArTrKW + *GW-SAN*	

Zur besonderen Verwendung des Bundes und der Länder

90		
91	Gerätewagen-Gefahrgut (3,5)	GWG
92	Gerätewagen- Meßtechnik	GW-Meß
93	ABC-Erkundungskraftwagen	ABC-ErkKW
94	DekontaminationsmehrzweckFzg	DMF/Dekon-P
95	Dekontaminations-LKW-Gerät	Dekon-G
96		
97		
98		
99		

Ortsfeste Landfunkstelle

00	Funkstelle Feuerwache/Gerätehaus	

Tab 14 Zuordnung der 2. Teilkennzahl

[IdF NRW]

Gerätekunde

Alle bei den BOS eingesetzten Funkgeräte müssen dem europäischen Telekommunikationsstandard des ETSI[56] entsprechen.
Hierdurch soll erreicht werden, dass eine Mindestübertragungsgüte gewährleistet ist und eine Störung von Sendern bzw. Empfängern vermieden wird.
Die Anforderungen des ETSI werden durch nationale Rahmen- und Technische Richtlinien ergänzt. Anhand dieser Richtlinien erfolgt die Baumusterprüfung für die Zulassung neuer Geräte. Bundesweit gibt es zwei Prüfstellen: Die Mess- und Prüfstelle des Beschaffungsamtes des BMI in Bonn und die Zentralprüfstelle für Funkgeräte des Landes Baden-Württemberg in Bruchsal.
Die Rahmenrichtlinie für Sprechfunkgeräte der BOS beschreibt die Grundanforderungen, die an die Geräte gestellt werden. Die Technischen Richtlinien spezifizieren diese für die einzelnen Gerätetypen.

21 Allgemeines

Alle Geräte müssen über eine Sendezeitbegrenzung verfügen, d.h. dass der Träger automatisch nach zwei Minuten ununterbrochener Sendertastung abschaltet, um Störungen des Funkverkehrs, z.B. durch eine verklemmte Sprechtaste, zu verhindern.
Eingestellte Betriebsdaten (Kanal, Betriebsart, Bandlage) müssen auch nach Abschaltung der Versorgungsspannung, bzw. beim Wechseln des Akkus (Handfunkgeräte), erhalten bleiben.
Mobilfunkgeräte für KFZ müssen gegen Staubablagerungen im Innern und gegen schräg fallende Wassertropfen geschützt sein. (Schutzklasse IP 52[57]).
Handfunkgeräte müssen gegen Staubablagerungen im Innern und gegen Sprühwasser geschützt sein. (Schutzklasse IP 54)

56 ETSI (European Telecommunication Standards Institute) ist ein gemeinnütziges Institut mit dem Ziel, europaweit einheitliche Standards im Bereich der Telekommunikation zu schaffen.

57 Die Schutzart IP (International Protection) gibt die Eignung von elektrischen Betriebsmitteln für verschiedene Umgebungsbedingungen an.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über derzeit gültige Technische Richtlinien (TR):

TR Mobilfunkgeräte	TR Handfunkgeräte
FuG 8a / FuG 8b / FuG 8c FuG 9b / FuG 9c	FuG 10b / FuG 13b FuG 11b

Tab 15 Übersicht der Technischen Richtlinien

22 Mobilfunkgeräte (MRT)

Für eine Verwendung als bewegliche Funkanlage im 4-m-Wellenbereich der BOS sind vorrangig Funkgeräte der Serie FuG 8 bestimmt.
Innerhalb der Serie werden vier Gerätevarianten unterschieden. Das FuG 8b-1 ist als Standardgerät für den Fahrzeugeinsatz vorgesehen.

	Gerätevarianten			
FuG	8a-1	8b-1	8b-2	8c
mit Frequenzweiche für Duplexbetrieb	-	ja	ja	ja
Sendeleistungsumschaltung 10W und 3W, Fernbedienung für Tonrufe und Bandlage	-	-	ja	ja
am Gerätschaltbarer Relaisbetrieb „RS1“, erweiterte Fernbedienung über Zusatzbuchse	-	-	-	ja

Tab 16 Gerätevarianten FuG 8 Serie

Die FuG 9 Serie deckt den 2-m-Wellenbereich ab. Sowohl die Geräte der FuG 8[58] Serie, als auch die der FuG 9 Serie verfügen über eine Frequenzweiche und sind duplexfähig. Die Geräte der FuG 8 Serie verfügen lediglich über eine höhere Ausgangsleistung (max. 10W ± 20%), als die der FuG 9 Serie (max. 6 W ± 20%).

22.1 Standard Bedienteil

Die Technischen Richtlinien für Mobilfunkgeräte sehen vor, dass alle Geräte eine einheitliche, soweit möglich, selbsterklärende Bedienung aufweisen.
Mittlerweile gibt es über 50 baumustergeprüfte Geräte auf dem Markt. Die Geräte unterscheiden sich im Wesentlichen durch eine unterschiedliche Anord-

58 Das FuG 8a-1 hat keine Antennenweiche und ist als einziges Mobilfunkgerät nur bedingt gegenverkehrsfähig.

nung der Bedienelemente. Art und Umfang der Bedienelemente sind ähnlich.
Sämtliche Geräte müssen über Schalter bzw. Taster zur Einstellung der gewünschten Betriebsdaten (Kanal, Betriebs- bzw. Verkehrsart, Bandlage) verfügen. Die eingestellten Betriebsdaten müssen auch bei Dunkelheit ablesbar sein.
Neben den Betriebsdaten müssen die Betriebszustände (Gerät eingeschaltet, Empfang eines Trägers, Sendebetrieb) permanent angezeigt werden.



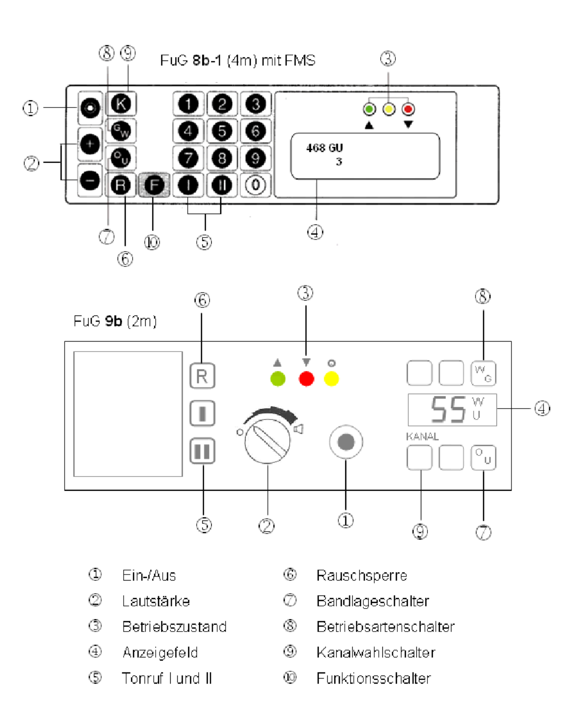


Abb. 71 Standartbedienteil

22.2 Doppelbedienteil

Es können auch Doppelbedienteile zum Einsatz kommen, die für den Einsatz im 2-m- und im 4-m-Wellenbereich geeignet sind.
Alle Bedienteile der Standard Bedienteile müssen auch hier schaltbar sein. Zusätzlich ist eine Umschaltung für die wahlweise Zuordnung des Handapparates zum 2-m- bzw. 4-m-Wellenbereich vorhanden.

22.3 Handapparat

Neben den Standardhandapparaten, die nur über Mikrofon mit Sendetaste und Lautsprecher verfügen, bieten einige Hersteller Geräte an, bei denen die komplette Geräte-/FMS-Bedienung im Handapparat verbaut ist.



Abb. 72 Handapparat mit FMS-Bedienfeld

23 Handfunkgeräte (HRT)

Im Bereich der Handfunkgeräte wird zwischen Wenig- und Vielkanalgeräten unterschieden.

Wenigkanalgeräte müssen wenigstens zehn nach den Vorgaben des Anwenders einstellbare fest programmierte Kanäle haben. Jedem Kanal ist hierbei eine Bandlage und Betriebsart bereits zugeordnet. Der Anwender selbst kann diese Zuordnung nicht ändern.

Bei Vielkanalgeräten kann dagegen der BOS-Kanal, die Bandlage und die Betriebsart frei gewählt werden. Für das FuG 11b gibt die Technische Richtlinie vor, dass das Gerät den wahlweisen Betrieb im Wenig- oder im Vielkanalmodus erlauben muss.

Die folgende Tabelle gibt die aktuellen Gerätetypen[59] wieder, die im BOS-Bereich Verwendung finden.

59 Bei den BOS kommen nach wie vor auch ältere Geräte (FuG 10) im 2m-Frequenzbereich zum Einsatz. Bei diesen Geräten handelt es sich in der Regel um Wenigkanalgeräte mit fest programmierten Kanälen und Betriebsdaten.

	FuG	Gerätetypen 11b	13b
	2m-Fequenzbereich	ja	-
	4m-Frequenzbereich	-	ja
Betriebs-arten	Simplex	ja	ja
	Semi-Duplex	ja	ja
	Duplex	-	-

Tab 17 Handfunkgerätetypen

Aufgrund ihrer kompakten Bauweise verfügen Handfunkgeräte nicht über eine Antennenweiche und sind dementsprechend nur Semi-Duplex tauglich.

23.1 Bedienelemente

Die Technische Richtlinie gibt vor, dass die Bedienung von Handfunkgeräten möglichst einfach und verständlich sein muss und auch von nur kurz eingewiesenem Personal vorgenommen werden kann. Die Bedienelemente müssen so angeordnet sein, dass sie auch bei rauer Behandlung nicht beschädigt werden können und Verwechselungen auch bei Dunkelheit weitgehend ausgeschlossen sind.

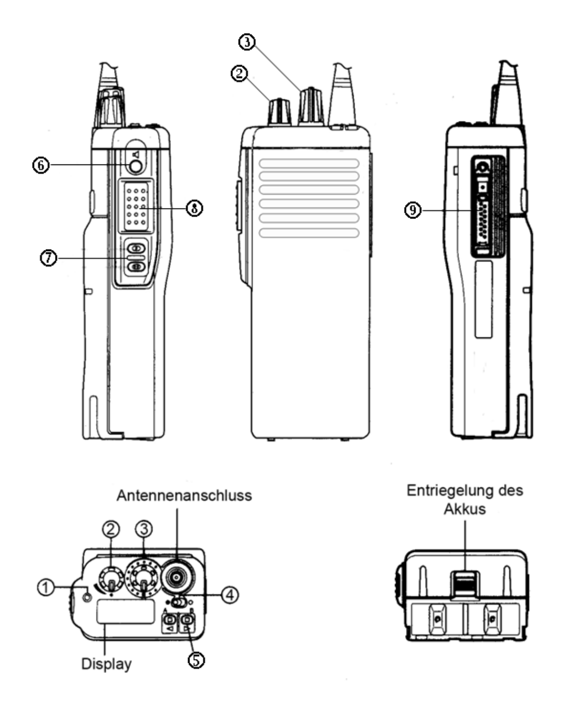


Abb. 73 Bedienelemente Handfunkgerät

① LED
Zur Anzeige des Sende-(leuchtet dauerhaft grün) bzw. Empfangsbetriebs (leuchtet dauerhaft rot) und des Akkuzustandes (blinkt bei schwachem Akku).

② Ein/Aus-Schalter / Lautstärkeregler
Drehen im Uhrzeigersinn schaltet das Gerät ein und erhöht die Lautstärke (Lautstärkepegel wird im Display angezeigt). Zum Ausschalten gegen den Uhrzeigersinn drehen bis ein Klicken zu hören ist.

③ Kanal-Wahlschalter
Um einen höheren Kanal zu wählen, dreht man den Regler im Uhrzeigersinn. Für einen niedrigeren Kanal gegen den Uhrzeigersinn.

④ Tastensperre
Verhindert das versehentliche Ändern des Kanals, der Betriebsart und der Lautstärke.

⑤ Betriebsartenwahltaste
Zum Wechsel der Betriebsart und Bandlage (WU ➔ WO ➔ bGU ➔ bGO). Wird die Taste vor dem Einschalten des Gerätes gedrückt und gehalten lässt sich die Displayanzeige um 180° drehen.

⑥ Rauschsperre / Vielkanal/Wenigkanal-Betrieb
Wird die Taste vor dem Einschalten des Gerätes gedrückt und gehalten wird das Gerät zwischen Vielkanal- und Wenigkanal-Betrieb umgeschaltet.

⑦ Tonruf-Tasten

⑧ Sende/PTT(Push-To-Talk)-Taste

⑨ Universal-Anschluss
Anschluss für zusätzliches Lautsprechermikrofon. Wird der Anschluss nicht verwendet, ist er mit einer Abdeckung zu verschließen.

23.2 Akkumulatoren

Derzeit finden drei Akkumulatoren-Typen Verwendung in analogen BOS –Funkgeräten:

- Nickel-Cadmium (Ni-Cd)
- Nickel-Metallhydrid (NiMH)
- Lithium-Ionen (Li-Ionen)

Welcher Akku-Typ in einem Funkgerät verwendet wird, lässt sich nach Entfernen des Akkus vom Funkgerät anhand der Typenbezeichnung feststellen.



Abb. 74 Akkubezeichnung

23.2.1 Nickel-Cadmium-Akku (Ni-Cd)

Nickel-Cadmium-Akkus zeichnen sich durch ihren großen Temperaturbereich, insbesondere bei Kälte, aus.
Nachteilig auf die Leistung und Lebensdauer ist der sogenannte Memory-Effekt, der bei häufigem Aufladen von nicht komplett entladenen Akkus dazu führt, dass die Akkuspannung bereits weit vor Erreichen der Nennlademenge plötzlich stark absackt.
Aufgrund des Schwermetalls Cadmium ist der Verkauf seit dem 26.09.2008 verboten[60]. Eine Verwendung bestehender Akkumulatoren ist aber mindestens bis zum 26.09.2010 weiter erlaubt.

23.2.2 Nickel-Metallhydrid-Akku (Ni-MH)

Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren haben in der Regel eine größere Kapazität und keinen so ausgeprägten Memory-Effekt, wie Ni-Cd-Akkumulatoren. Allerdings gibt es bei diesem Akkutyp einen Batterieträgheitseffekt (Lazy-Battery-Effect), der zu Leistungseinbußen führt. Jedoch bleibt die (geringere) Leistung bis zum Erreichen der Nennlademenge verfügbar und ist durch eine spezielle Akkupflege weitgehend reversibel.

23.2.3 Lithium-Ionen-Akku (Li-Ionen), Lithium-Polymer-Akku etc.

Modernere Akkutypen, wie z.B. Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkumulatoren, finden derzeit kaum Anwendung im Bereich der analogen BOS-Funkgeräte, obwohl sie eine wesentlich höhere Leistung aufweisen, als z.B. Ni-MH-Akkus. Schwierigkeiten bereiten hier die relativ kleinen Temperaturbereiche. Insbesondere bei Minusgraden verlieren diese Akkumulatoren sehr schnell an Leistung und entsprechen dann nicht mehr den Vorgaben der Rahmenrichtlinie für Handfunkgeräte.

23.2.4 Kapazität

Die Energiemenge, die ein Akku bereitstellt, bezeichnet man als Kapazität. Sie wird in Amperestunden (Ah) oder Milliamperestunden (mAh) angegeben.

60 Gemäß Richtlinie 2006/66 EG

Ein Akku mit 2500 mAh kann z.B. 2500 mA eine Stunde lang abgeben oder aber 250 mA über 10 Stunden.

23.2.5 Betriebszeit

Unter normalen Bedingungen[61] soll der Akku eine Betriebszeit von vier Stunden erreichen. Danach muss die Restkapazität des Akkus noch ein Dauersenden von mindestens 20 Sekunden erlauben.

23.2.6 Akkupflege

Akkumulatoren entladen sich auch bei Nichtbenutzung selbst, wobei die Umgebungstemperatur, der Akkutyp und die Akkukapazität einen hohen Einfluss auf die Entladungsrate haben.

Geringe Selbstentladungsrate bei

- niedrigen Umgebungstemperaturen
- Ni-Cd-Akkus (ca. 15-30%/Monat[62])
- Li-Ionen-Akkus (ca. 30%/Monat)
- Lithium-Polymer-Akkus (ca. 30%/Monat)
- kleiner Akkukapazität

Höhere Selbstentladungsrate bei

- hohen Umgebungstemperaturen
- Ni-MH-Akkus (ca. 60%/Monat)
- großer Akkukapazität

Ni-Cd-Akkus müssen wegen des Memory-Effektes vor dem eigentlichen Aufladen zunächst entladen werden, während dies bei Ni-MH-Akkus nicht zwingend notwendig ist.
Moderne Ladegeräte erkennen durch einen Chip, der im Akku integriert ist, den Akkutyp und den benötigten Ladestrom. Sie schalten bei Volladung auf eine geringe Erhaltungsstromstärke um, um dem Selbstentladungseffekt entgegen zu wirken.
Auf jeden Fall ist sicherzustellen, dass je nach Akkutyp, ein geeignetes Ladegerät verwendet wird, da es ansonsten zu Beschädigung des Akkus bis hin zur Brandgefahr kommen kann!
Die Lebensdauer eines Akkus beträgt je nach Typ und Pflege zwischen zwei und drei Jahren.

61 Umgebungstemperatur 20°C, 10% Sendebetrieb, 50% Empfangsbetrieb bei höchster Lautstärke, 40% Empfangsbetrieb ohne Signalempfang mit eingeschalteter Rauschsperre

62 Bei normaler Umgebungstemperatur.

23.3 Helmsprechgarnitur

Für Handsprechfunkgeräte bietet der Fachhandel eine Vielzahl an Handmikrofonen und Helmsprechgarnituren. Während sich die Handmikrofone nicht großartig in der Technik unterscheiden, gibt es bei den Helmsprechgarnituren verschiedene Ausführungen:

Hör-Sprechgarnituren für Schutzhelme	Ohrhörer mit Körperschallmikrofon
	• Schädeldeckenmikrofon • Ohrmikrofon • Kehlkopfmikrofon

Tab 18 Sprechgarnitur







Abb. 75 Körperschallmikrofone

[Hersteller Fa. Entel / Importeur Fa. Oppermann-Telekom, Friedrichsbrunn]

Bei einem Körperschallmikrofon werden über eine körperseitige Membrane die Schwingungen, die von den Sprachlauten erzeugt werden, aufgefangen und mittels eines Verstärkers wieder in übertragbare Sprachsignale umgewandelt.

24 Störungen / Fehlerbehebung

Beim Betrieb eines Funkgerätes können Fehler/Störungen auftreten, die in den meisten Fällen nicht auf einen Gerätedefekt zurückzuführen sind.

Häufige Ursachen für Störungen sind:

- Falscher Funkkanal am Gerät eingestellt
- Falsche Bandlage eingestellt
- Falsche Betriebsart eingestellt
- Fahrzeugantenne steht nicht senkrecht
- Teilnehmer befindet sich im Funkschatten
- Rückkopplungen
- Atmosphärische Störungen (Überreichweiten)

Weiterhin können sich Funkanlagen gegenseitig stören. Funken beispielsweise zwei oder mehr Sender, die sich in räumlicher Nähe zueinander befinden, auf verschiedenen Frequenzen gleichzeitig, entstehen durch Intermodulation Mischfrequenzen, die Störungen verursachen können.

In der Praxis empfiehlt sich eine systematische Vorgehensweise bei der Fehlersuche, um Anwenderfehler zunächst auszuschließen [Siehe Abbildung 76].

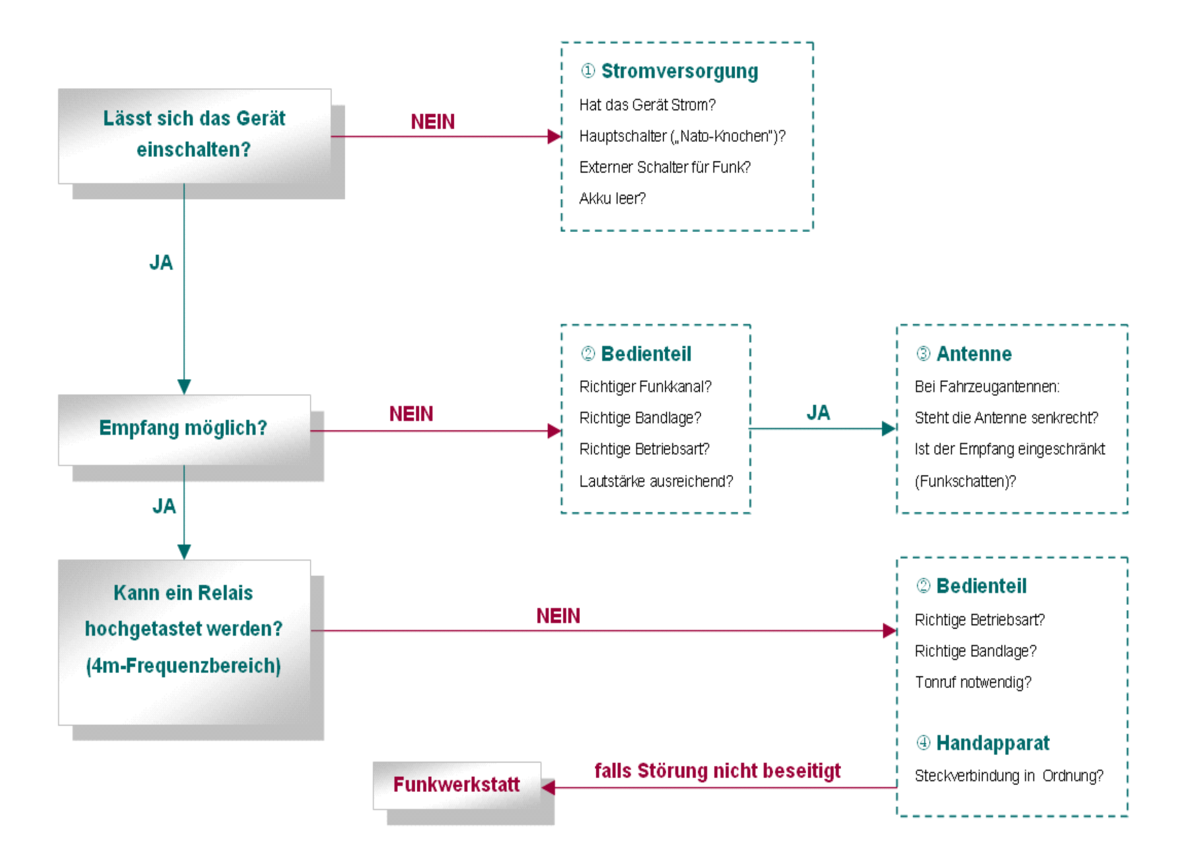


Abb. 76 Systematisches Vorgehen bei Störungen

25 Hygiene

Das Reinigen der Funkgeräte und insbesondere der Helmsprechgarnituren nach einem Einsatz sollte selbstverständlich sein. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass eine Reinigung nur nach den Vorgaben des Herstellers (Betriebsanleitung) durchgeführt werden darf. Das Eintauchen der Geräte in Desinfektionslösungen muss in jedem Fall unterbleiben, da dies zu irreparablen Schäden führen kann!

Sprechfunkausbildung
Modul C Digitalfunk

Infrastruktur und Organisation

Ein bundesweit einheitliches Funknetz, das alle Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben gemeinsam nutzen, erstreckt sich flächendeckend über das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Gegliedert ist das Funknetz in 45 Netzabschnitte.
Grundlage für den Aufbau des digitalen Funknetzes sind Standorte, an denen Basisstationen errichtet werden können. Die Standorte, die für den Aufbau einer Basisstation in Frage kommen, müssen neben den gesetzlich einzuhaltenden Auflagen (z .B. EMV usw.) auch den besonderen Anforderungen der BOS gerecht werden. Hierbei spielen netzplanerische Gesichtspunkte, Sicherheits-aspekte, bauliche Gegebenheiten, Infrastruktur aber auch die Kostenfrage eine wesentliche Rolle.

26 Betriebsorganisationen

Auf Grund der hohen Komplexität des Digitalfunknetzes und der Tatsache, dass das Netz allen BOS (Bund, Länder und Kommunen) zur Verfügung steht, ergeben sich technische, taktische und betriebliche Aufgabenstellungen, die innerhalb der Organisationsstruktur der jeweiligen BOS, der Länder und auf Bundesebene zu lösen sind. Dies gilt schon während der Einführung des Digitalfunks, aber auch für den späteren Betrieb. Deshalb wurde bereits frühzeitig eine hierarchische Organisationsstruktur festgelegt.

26.1 Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS)

Die Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (mit Sitz in Berlin) ist zuständig für alle bundesweiten Angelegenheiten im Digitalfunk, die Zertifizierung der Endgeräte sowie die Zusammenarbeit des Bundes mit den Ländern. Dort wird auch das Netz Management Center (NMC) betrieben, bei dem alle Störungen auflaufen und bearbeitet werden.

Die BDBOS hat am 2. April 2007 ihre Arbeit aufgenommen. Grundlage für die Einrichtung der BDBOS bildete das Gesetz über die Errichtung einer Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS-Gesetz) vom 28.08.2006

Eine wesentliche Aufgabe der BDBOS ist der Aufbau, der Betrieb und die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit eines digitalen Sprech- und Datenfunksystems für die Polizeien von Bund und Ländern, Feuerwehren, Rettungsdiensten, KatSchutz, Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Zollbehörden, Justizbehörden und Nachrichtendiensten.

Die BDBOS gewährleistet die bundesweite Einheitlichkeit des neuen Funksystems, das den gegenwärtig von den Sicherheitsbehörden genutzten, inzwischen technisch veralteten Analogfunk ablösen soll. Nach dem von Bund und Ländern verfolgten Konzept zur Einführung des Digitalfunks BOS übernimmt die BDBOS die Gesamtkoordinierung dieses Projekts. Die Interessen der Nutzer werden auf diese Weise durch die BDBOS gebündelt wahrgenommen.

Aus diesem Grund werden Planung und Konzeption des Digitalfunknetzes – d.h. sowohl die technischen als auch die sicherheitsrelevanten Aspekte – überwiegend von der BDBOS durchgeführt.
BDBOS, Bund und Länder wirken bei der Einführung des Digitalfunks BOS eng zusammen. Die BDBOS gibt aufgrund der von ihr durchgeführten Funkplanung die Suchkreise heraus, in denen Antennenstandorte für ein flächendeckendes digitales BOS-Funknetz errichtet werden müssen. Die Länder, die die Gegebenheiten vor Ort am Besten kennen, haben die Aufgabe übernommen, geeignete Standorte zu suchen, zu akquirieren und für die Anforderungen des Digitalfunks BOS zu ertüchtigen. In erster Linie wird versucht, für die Montage der Antennentechnik auf vorhandene Standorte zurückzugreifen:

- auf Liegenschaften des Bundes oder der Länder
- auf kommunalen Liegenschaften wie z.B. Feuerwachen, Schulen etc.
- oder auf Masten von kommerziellen Mobilfunkanbietern

26.2 Koordinierende- / Autorisierte- und Vorhaltende Stellen

Das Innenministerium des Landes NRW übernimmt als „Koordinierende Stelle“ BOS-übergreifende strategische und administrative Aufgaben und die Zusammenarbeit mit den koordinierenden Stellen des Bundes und der Länder. Die Koordinierende Stelle vertritt das Land gegenüber dem Bund und den anderen Ländern und der BDBOS.

Das Netzmanagementkonzept sieht vor, dass in den Bundesländern so genannte „Autorisierte Stellen“ eingerichtet werden. Ihnen obliegt u. a. das übergeordnete nutzereigene Netzmanagement bzw. die Funkorganisation eines Bundeslandes.

Die Autorisierte Stelle ist zuständig für alle BOS des Landes und bildet die Schnittstelle zum Netzbetreiber. Hier werden alle BOS-übergreifenden Angelegenheiten (z. B. steuernde Eingriffe in das Netz) durchgeführt. Die Autorisierte Stelle für den BOS-Digitalfunk in NRW ist beim Landesamt für Zentrale Polizeiliche Dienste (LZPD) angesiedelt.
Des Weiteren sind auf Landesebene sogenannte „Vorhaltende Stellen“ zu benennen, welche zusätzlich Einsatzmittel wie z. B. mobile Basisstationen bereithalten.

26.3 Leitstellen

Aus einsatztaktischen Gründen sollen auch den Leitstellen auf Kreisebene gewisse Funktionen des nutzereigenen Netzmanagements übertragen werden.
In wie weit dies geschieht, entscheiden die jeweiligen Länder individuell in ihren Betriebskonzepten.

26.4 Nutzereigenes Management

Zu den Funktionen des nutzereigenen Netzmanagements, die von der LZPD bzw. den Leitstellen verwaltet werden, gehören beispielsweise:

- Fleetmapping / Teilnehmermanagement
  Hierunter wird eine beliebige Anzahl von Teilnehmeradressen verstanden, die in einem Verkehrskreis zu Benutzergruppen zusammengeschaltet werden. Jeder Benutzergruppe ist im System eine Gruppenadresse zugeordnet.
- Teilnehmerverwaltung: Anmelden, Sperren, Löschen von Teilnehmern
- Weitergabe und Rückholung von Administrationsrechten für Teilnehmer
- Erteilung von Vorrangstufen eines Teilnehmers bei der Kommunikation
- Management der Datenübertragung (Adressvergabe (statische / dynamische IP), Datenübertragungsschnittstelle / Heimat-Datennetz, Belegung eines Nutzkanals / Volumenbeschränkung, Zielrufnummern- / Zieladressenbeschränkungen
- Management von Übergängen in Telefonnetzen
- Management der Notrufdienste Digitalfunk BOS (Notrufabfragende Stellen), Notrufweiterleitung bei unbesetzten Leitstellen
- Alarmierungsmanagement
- Dynamische Gruppenbildung
- Fernmeldetaktische Planungen

26.5 Komponenten des TETRA-Netzes

Bei einem digitalen Funknetz handelt es sich um ein komplexes Netzwerk, dessen Aufbau nicht im Detail in dieser Lehrstoffmappe beschrieben werden kann. Dieses Kapitel stellt die wesentlichen Komponenten des Netzes vor, die notwendig sind, um den allgemeinen Netzaufbau und dessen Funktion zu verstehen.

26.5.1 Basisstationen (TB)

Die Basisstation leitet die Funkkommunikation in die Festnetzinfrastruktur über. Die wichtigsten Komponenten einer Basisstation sind:

- die Funksendeempfänger (Transceiver, TRX)
- die Steuerungskomponente
- die Antennenanpassung
- die Strom- und Notstromversorgung
- ein GPS-Empfänger
- eine Schnittstelle zur Festnetzinfrastruktur

Jeder Transceiver (TRX) stellt genau einen physikalischen Funkkanal (Trägerfrequenz) zur Übertragung zwischen Funkteilnehmern und Basisstation sicher. In einer Basisstation können je nach Funkkapazität einer Zelle zwei, vier oder in Einzelfällen auch mehr Sender-/Empfänger (TRX) in Betrieb

sein. Jeder TRX stellt vier Kommunikationszeitschlitze und damit auch vier logische Nutzkanäle zur Verfügung. Innerhalb einer Funkzelle wird immer einer der Zeitschlitze zur Übertragung der Steuerinformationen genutzt.

Die derzeitigen Planungen sehen als Versorgungsziel in Normalkapazitäts-Funkzellen sieben Nutzkanäle, in Hochkapazitäts-Funkzellen 15 bis 31 Nutzkanäle vor.

Da das gesamte Funknetz zeitsynchron betrieben werden muss, verfügen alle Basisstationen über GPS-Empfänger, über die die Zeiten synchronisiert werden.

26.5.2 Mobile Basisstationen

Beim Ausfall von Basisstationen oder wenn bei größeren Schadenlagen die Funkversorgung eines Gebietes nicht ausreicht, können zusätzlich vorgehaltene mobile Basisstationen eingesetzt werden.
Die Anbindung an das Digitalfunknetz der BOS erfolgt netzseitig über Netzzugangspunkte. Für diese Netzzugangspunkte sind zwei Anbindungsarten vorgesehen:

- Die direkte Draht- bzw. Glasfasergebundene Anbindung von mobilen Basisstationen über direkte Netzzugangspunkte
- Die Anbindung von mobilen Basisstationen über das öffentliche ISDN-Netz.

Im Versorgungsgebiet der BRD sind nach derzeitigem Planungsstand 50 Netzzugangspunkte vorgesehen, die gleichzeitig betrieben werden können. An jedem dieser Netzzugangspunkte steht die Anschlusskapazität für 15 Nutzkanäle und einen Organisationskanal bereit.

26.5.3 Vermittlungsstellen (DXTip[63])

In den Vermittlungsstellen (DXTip) sind die wesentlichen Funktionalitäten des Funknetzes hinterlegt. Mit den DXTip sind auch die Einrichtungen verbunden, mit denen administrative Eingriffe in das Netz möglich sind. Vermittlungsstellen stellen die Verbindung zu übergeordneten Vermittlungsstellen (Transitvermittlungsstellen) her.
Eine DXTip kann bis zu 128 Basisstationen mit maximal 256 Transceiver verwalten. Weiterhin stehen für Netz- / Kryptomanagement Einrichtungen und Kommunikationsarbeitsplätze maximal 128 TCS-Clients zur Verfügung. Für ein sehr kleines TETRA Netz wird nur eine DXTip benötigt. Die Anbindung der Vermittlungsstellen an die Basisstationen erfolgt derzeit über eine E1 Datenleitung. Diese Datenleitungen haben eine Übertragungsrate von 2048 MBit/s. Die Verbindung mehrerer DXTip untereinander erfolgt auf Internet-Protocol-Basis (IP) über ein Netzwerk [siehe IP-Backbone].

26.5.4 Transitvermittlungsstellen (DXTTiP[64])

Transitvermittlungsstellen bündeln und verwalten die DXTip in großen TETRA-25-Netzen. Für sehr große Netze können mehrere Transitvermittlungsstellen zusammengeschaltet werden.

26.5.5 Server zur Konfiguration und Verteilung von Organisationsdaten des Netzes (CDD[65])

Er ist bei Netzen mit mehr als einer Vermittlungsstelle notwendig, da die Vermittlungsstellen in solchen Netzen gleichberechtigt sind. Würde die Konfigurations- und Datenverteilung nun bei den Vermittlungsstellen liegen, würde es zu Konflikten kommen, die durch die Auslagerung dieser Funktionen auf einen externen Server ausgeschlossen werden.

In sehr großen TETRA-Netzen mit mehr als einer Transitvermittlungsstelle können allerdings auch mehrere CDD vorkommen. Die CDD sind über den Kernbereich des TETRA-Netzes [siehe IP-Backbone] verbunden.

26.5.6 IP-Backbone

Der IP-Backbone ist der verbindende Kernbereich des TETRA Netzes, in dem auf Internet-Protocol-Basis mit hohen Übertragungsraten sowohl die zur Selbstorganisation des Netzes notwendigen Organi-

63 Digital Exchange for TETRA, IP-basierter Datenaustausch. Das Internet Protocol (IP) ist ein in Computernetzen weit verbreitetes Netzwerkprotokoll und stellt die Grundlage des Internets dar.

64 Digital Exchange for TETRA Transit , IP-basierter Datenaustausch

65 Configuration and Data Distribution Server

sationsdaten, wie auch die Kommunikationsdaten der Nutzer übertragen werden. Der IP-Backbone ist Bestandteil von TETRA-25-Netzen mit mindestens zwei Vermittlungsstellen, die es miteinander und dem dort ebenfalls notwendigen CDD verbindet.

26.5.7 Arbeitsplatz für das nutzereigene Management (NEM)

Die derzeit einzige Hardware für das Nutzereigene Management (Vergabe von Berechtigungen, Sperrfunktionen, Gruppenmanagement etc.) bilden die sogenannten Dispatcher Work Stations (DWS) von EADS. Ob und inwieweit das Nutzereigene Management zukünftig in die Software der Leitstellen der nichtpolizeilichen BOS integriert werden wird, ist noch offen.

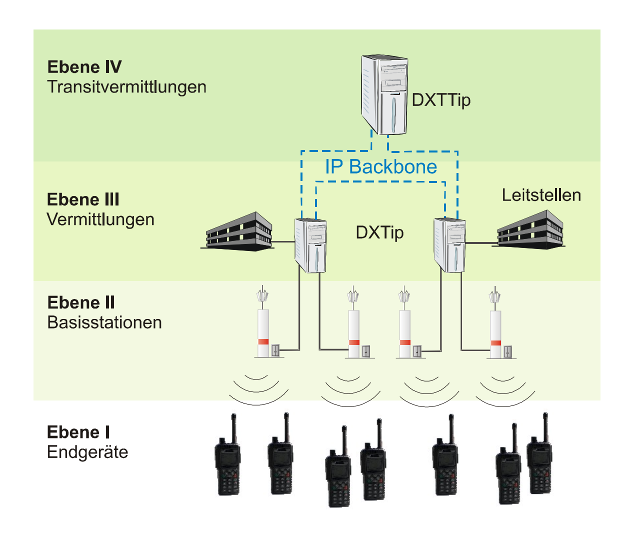


Abb. 77 Komponenten des TETRA-25-Netzes

26.5.8 Telefonnetzschnittstellen

Telefonnetzschnittstellen bieten die Möglichkeit, Verbindungen aus dem TETRA-25-Netz in private Telekommunikationsanlagen (PABX) aufzubauen. Hierzu stehen Überleiteinrichtungen an den DXTip zur Verfügung. Eine Verbindung in öffentliche Telefonnetze ist derzeit nicht geplant.

26.5.9 Schnittstelle TETRA-Connectivity-Server (TCS)

Als TCS-Client wird die Schnittstellen zur Verbindung des TETRA-25-Netzes mit Anwendungen Dritter wie z. B. Einsatzleitsystemen (Leitstellenschnittstelle) bezeichnet.

26.6 Netzaufbau

Das digitale TETRA-Funknetz besteht aus einer komplett vernetzten Infrastruktur und ähnelt stark den GSM[66]- und UMTS[67]-Netzen im Mobiltelefonbereich.

Sämtliche Teilnehmer der BOS nutzen die gleiche Infrastruktur gemeinsam und bekommen bestimmte Netzkapazitäten (z. B. eine bestimmte Anzahl logischer Sprechgruppen) zur Verfügung gestellt.

Bundesweit spannt sich ein verbundenes Funkzellennetz, das durch die BDBOS geplant und verwaltet wird.

Zukünftig werden zwei Arten von Netzen von Netzen unterschieden:

- BOS-(Wirk)Netz
- BOS-Testnetz

Als „Wirknetz“ bezeichnet man das im Echtbetrieb arbeitende Funknetz mit der Netzkennungsnummer 1001. Das BOS-Testnetz steht für Zulassungs- und Übungszwecke zur Verfügung und ist strukturell getrennt vom BOS-Wirk-Netz.

Während der Aufbauphase des BOS-Netzes wird derzeit in einigen Landesteilen das sogenannte Referenznetz zu Ausbildungs- und Erprobungszwecken genutzt. Im Referenznetz wird derzeit ohne die im BOS-Netz geforderte Ende-zu-Ende Verschlüsselung gearbeitet [→ Kap. *Schlüsselmanagement*]. Mit Fertigstellung des BOS-Netzes sollen die bestehenden Basisstationen des Referenznetzes in das BOS-Netz bzw., je nach Funktion, in das BOS-Testnetz integriert werden.

66 GSM = „Global System for Mobile Communications“ ist ein Standard für volldigitale Mobilfunknetze, der hauptsächlich für Telefonie, aber auch für leitungsvermittelte und paketvermittelte Datenübertragung sowie Kurzmitteilungen (Short Messages) genutzt wird.

67 UMTS = Universal Mobile Telecommunications System, steht für den Mobilfunkstandard der dritten Generation, mit dem deutlich höhere Datenübertragungsraten als mit dem Mobilfunkstandard der zweiten Generation, dem GSM-Standard, möglich sind.

26.6.1 Funktion des Netzes am Beispiel der Teilnehmerweiterleitung

Ein bestimmter Teilnehmer, d.h. ein Endgerät mit BOS-Sicherheitskarte, ist im Netz immer einer bestimmten Vermittlungsstelle als Heimatvermittlungsstelle zugeordnet.
Dabei wird jedes einzelne Funkgerät über die BOS-Sicherheitskarte identifiziert.
Diese Vermittlungsstelle verfügt über ein Register, in dem alle in dieser Vermittlungsstelle zugeordneten Endgeräte erfasst sind. Dieses Register nennt sich Heimatregister (HLR[68]).
Das System erlaubt es, dass bei Netzen mit mehreren Vermittlungsstellen ein Teilnehmer nicht nur innerhalb eines Vermittlungsstellen-Bereichs zwischen den Basisstationen wechseln kann, sondern auch zwischen den Bereichen verschiedener Vermittlungsstellen. Deswegen gibt es in jeder Vermittlungsstelle ein Besucherregister (VLR[69]), in dem sich nur temporär im Bereich der Vermittlungsstelle befindliche, also nicht originär zugeordnete Endgeräte befinden.
Wechselt ein Teilnehmer mit seinem Endgerät aus seinem Heimatbereich in den Bereich einer anderen (Besucher)-Vermittlungsstelle, tauschen beide Vermittlungsstellen die notwendigen Authentifizierungsdaten aus, so dass sich der Teilnehmer nicht erneut registrieren muss.
Gleichzeitig sendet die Besuchervermittlungsstelle die neuen Lokalisierungsdaten an die Heimatvermittlungsstelle.
Damit bleibt der Teilnehmer mit seinem Standort im Netz bekannt. Die Heimatvermittlungsstelle übermittelt wiederum alle notwendigen Teilnehmerdaten wie z.B. die Teilnehmerrechte oder die Gruppenmitgliedschaften. Diese Daten werden im Besucherregister abgelegt.
Bewegt sich der Teilnehmer nun weiter im Netz und wechselt dadurch in den Bereich einer dritten Vermittlungsstelle, findet zunächst wiederum ein Austausch zur Authentifizierung mit der Heimatvermittlungsstelle statt.
Die Heimatvermittlungsstelle erhält dann die neuen Lokalisierungsdaten von der Vermittlungsstelle, in der sich der Teilnehmer aktuell aufhält. Die Heimatvermittlungsstelle löscht die Lokalisierung in der Vermittlungsstelle des zuvor besuchten Bereiches. Ein Teil der Teilnehmerdaten, wie z.B. die Gruppenmitgliedschaften, werden von Vermittlungsstelle zu Vermittlungsstelle übermittelt, während z.B. die Teilnehmerrechte direkt von der Heimatvermittlungsstelle zur aktuellen Besuchervermittlungsstelle übertragen werden.

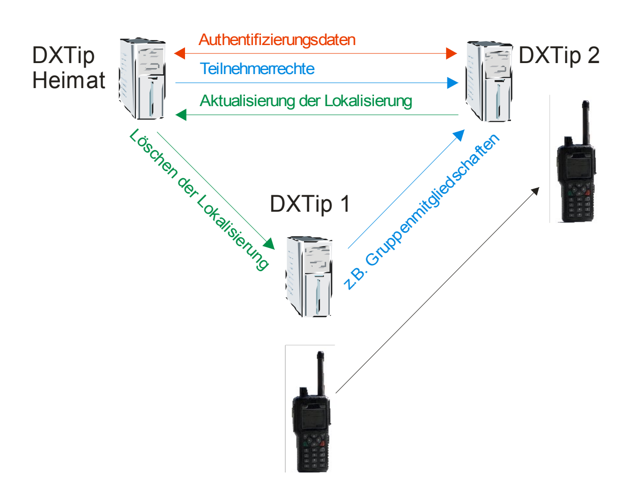


Abb. 78 Wechsel eines Teilnehmers von einer "fremden" DXtip zur nächsten

27 Adressierung der Endgeräte

Einige Leistungsmerkmale des Digitalfunks erfordern, dass jeder Teilnehmer bzw. jedes teilnehmende Endgerät im Netz eindeutig identifiziert werden kann. Nur über diese eindeutige Identifizierung ist es z. B. möglich, ein laufendes Gespräch eines sich im Netz bewegenden Mobilteilnehmers über zwei oder mehrere Basisstationen weiter zu reichen und damit unterbrechungsfrei aufrecht zu halten.
Darüber hinaus ist die individuelle Adressierung eines Endgerätes Voraussetzung für den Aufbau eines Einzelrufs.

Folgende Adressierungen werden verwendet:

27.0.1 TETRA Equipment Identity (TEI)

Bei der „TETRA Equipment Identity" handelt es sich um eine fest in das Funkgerät einprogrammierte Geräteidentifikationsnummer, vergleichbar einer

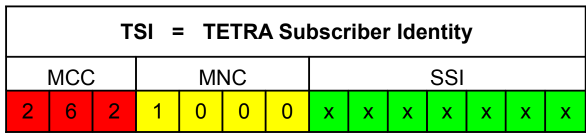
68 Home Location Register
69 Visitor Location Register

Fahrgestellnummer beim Kfz. oder der IMEI-Nummer[70] bei Mobiltelefonen.

Die „TETRA Equipment Identity" dient der eindeutigen Identifizierung eines Funkgerätes. Diese Nummer ist weltweit einmalig und kann nicht verändert werden. Sie wird bei der Produktion vom Hersteller dauerhaft in das Gerät einprogrammiert.

27.0.2 TETRA Subscriber Identity (TSI)

Jedes Tetra-Endgerät besitzt neben der „TETRA Equipment Identity" ebenfalls eine oder mehrere Teilnehmeradressen kurz TSI (Tetra Subscriber Identitiy) genannt.
Die TSI besteht aus einem binären 48-bit-Code[71], wobei jedem Endgerät eine einmalige TSI zugewiesen ist, die es im Netz unverwechselbar macht. Sie ist in Verbindung mit der ISSI vergleichbar mit dem Kraftfahrzeugkennzeichen inklusive des Länderkennzeichens. Ein solches Kennzeichen wird durch die Behörde nur einmal vergeben und ist dadurch weltweit eindeutig zu identifizieren. Die TSI ist in drei Bereiche unterteilt:



TSI = TETRA Subscriber Identity													
MCC			MNC				SSI						
2	6	2	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x

Tab 19 TSI

- **MCC = Mobile Country Code**
  Der MCC besteht aus 3 Ziffern (10 Bit) und kennzeichnet die Länder der Welt. Der MCC für Deutschland ist 262.

- **MNC = Mobile Network Code**
  Der MNC besteht aus 4 Ziffern (14 Bit) und kennzeichnet die Netze innerhalb eines Landes. Der MNC für das deutsche TETRA 25-Netz lautet 1001.

- **SSI = Short Subscriber Identity**
  Die SSI kennzeichnet Teilnehmer und Systembestandteile innerhalb eines Netzes; sie besteht aus 7 Ziffern (24 Bit).

Innerhalb der Gruppe möglicher TSI werden als SSI im Wesentlichen bis zu drei verschiedene Kennungen verwendet, die den TSIs dann entsprechend unterschiedliche Bedeutungen zuweisen:

- ISSI = Individual Short Subscriber Identity
- GSSI = Group Short Subscriber Identity
- ASSI = Alias Short Subscriber Identity

ITSI = Individual TETRA Subscriber Identity													
MCC			MNC				ISSI						
2	6	2	1	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7

Tab 20 ITSI

In Verbindung mit der ISSI - Kennung spricht man bei der TSI von der Einzelrufnummer ITSI (Individual Tetra Subscriber Identity) welche die eindeutige Kennzeichnung eines Endgerätes im Funknetz ermöglicht. Hierüber werden Individualrufe (vergleichbar mit Telefonie) aufgebaut.

GTSI = Group TETRA Subscriber Identity													
MCC			MNC				GSSI						
2	6	2	1	0	0	0	2	3	4	5	6	7	8

Tab 21 GTSI

In Verbindung mit einer GSSI spricht man bei der TSI von einer Gruppenrufnummer GTSI (Group Tetra Subscriber Identity) worüber Endgeräte bei Gruppenrufen angesprochen werden. Für ein Gerät können auch mehrere GTSIs vergeben werden.
Diese Gruppen können im Vorfeld fest (statisch) angelegt sein oder dynamisch während des Betriebs, über die Funkschnittstelle, gebildet und verändert werden.

ATSI = Alias TETRA Subscriber Identity													
MCC			MNC				ASSI						
2	6	2	1	0	0	0	3	4	5	6	7	8	9

Tab 22 ATSI

70 IMEI = International Mobile Equipment Identity; diese Seriennummer lässt sich an Mobiltelefonen durch Eingabe von Stern - Raute - Null - Sechs - Raute (*#06#) anzeigen.

71 Mit den 48 Bit (Binärstellen) könnten theoretisch über 281 Billionen Funkgeräte adressiert werden. Jeder Mensch auf der Welt könnte dann in etwa 45.000 Funkgeräte besitzen.

Die ASSI wird für die Adressierung fremder Netzteilnehmer verwendet.

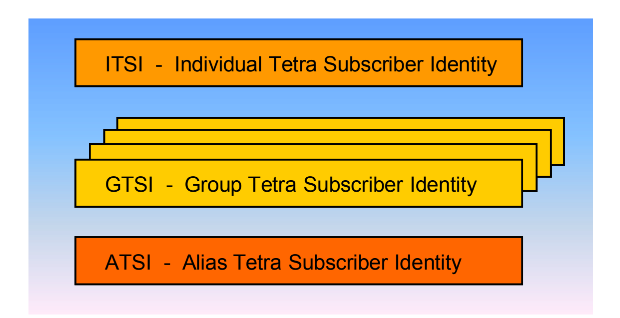


Abb. 79 Mögliche Adressierungen im BOS-Digitalfunk

27.1 Operativ-taktische Adresse (OPTA)

Neben den zuvor beschriebenen technischen Adressierungen wird zusätzlich bei jeder Verbindung ein Datensatz übertragen, der die Identifizierung eines Teilnehmers erleichtert.
Dieser Datensatz wird Operativ-taktische Adresse genannt und ist kein Bestandteil des allgemeinen TETRA-Standards. Er hat somit auch keinerlei Funktionalität im Netz [vgl. Kapitel 28.1]. Die OPTA wurde für taktische Belange der deutschen BOS entwickelt. Bei der OPTA handelt es sich um einen eigenständigen Parameter zur Darstellung taktischer Bezeichnungen, der getrennt von der ITSI und dem Funkrufnamen eines Teilnehmers betrachtet werden muss!

27.1.1 Aufbau der operativ-taktischen Adresse

Die OPTA umfasst 24 Zeichen, die die folgenden Informationen beinhalten:

- Land
- Behörden- und Organisationskennzeichnung
- Regionale Zuordnung

und

- Örtliche Zuordnung (z.B. Standort, Ortsverband, Gemeinde, Wache bei Berufsfeuerwehren, Feuerwehrhäuser bei mehreren Feuerwehrabteilungen in einer Gemeinde)
- Funktionszuordnung (z.B. Fahrzeugtyp, Funktion, Aufgabe)
- Ordnungskennung für gleiche örtliche Zuordnung und Funktion

oder

- Funkrufname (nach Funkrufnamenerlass, s. Modul B)

und

- Ergänzung für Zusatzinformationen oder zur weiteren Unterscheidung bei gleicher Funktionszuordnung und Ordnungskennung

Zeichen

1 | 2 3 4 | 5 | 6 7 8 9 0 1 2 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4

Blöcke

1	2	3	4.1	4.2	4.3	5
Bundesland	Behörden und Organisationskennzeichnung	Regionale Zuordnung	Örtliche Zuordnung	Funktionszuordnung	Ordnungskennung	Ergänzung

Abb. 80 OPTA Grundaufbau

Die operativ taktische Adresse oberhalb der Strukturen der jeweiligen Behörde oder Organisation im Bereich der BOS umfasst mindestens die drei ersten Informationsblöcke und ist für alle Teilnehmer im digitalen Funknetz der BOS gleich.

Die Zeichen 1 und 2 (Block 1) zeigen die Zugehörigkeit des Teilnehmers in der Gliederungsstruktur des Staates und identifizieren die für den Teilnehmer zuständige Autorisierte Stelle.
Teilnehmer der Länder und der diesen nach geordneten Ebenen führen die jeweilige Kurzbezeichnung des Landes, Einheiten des Bundes führen die Bezeichnung „BU".

Land	Abk.
Bund	BU
Baden-Württemberg	BW
Bayern	BY
Berlin	BE
Brandenburg	BB
Bremen	HB
Hamburg	HH
Hessen	HE
Mecklenburg-Vorpommern	MV
Niedersachsen	NI
Nordrhein-Westfalen	NW
Rheinland-Pfalz	RP
Saarland	SL
Sachsen	SN
Sachsen-Anhalt	ST
Schleswig-Holstein	SH
Thüringen	TH

Tab 23 Kurzbezeichnung der Länder im Digitalfunk

Beispiel

- Zeile 1: Teilnehmer aus dem Land Hamburg.

Zeichen																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
H	**H**																						

Abb. 81 OPTA Teilbereich: Länderkennung

27.1.2 Behörden- und Organisationskennzeichnung

Die Zeichen 3 bis 5 (Block 2) enthalten die Behörden – oder Organisationszugehörigkeit des Teilnehmers. Die Behörden und Organisationen erhalten dazu jeweils eine spezifische Kurzbezeichnung.

Beispiel

- Zeile 1: Teilnehmer einer Feuerwehr aus Hamburg.
- Zeile 2: Teilnehmer des Bayrischen Roten Kreuzes aus Bayern.
- Zeile 3: Teilnehmer des Katastrophenschutzes aus Nordrhein-Westfalen.

Zeichen																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
H	H	**F**	**W**																				
B	Y	**D**	**R**	**K**																			
N	W	**K**	**A**	**T**																			

Abb. 82 OPTA Teilbereich: BOS Kennung

27.1.3 Regionale Zuordnung

Die Zeichen 6-8 (Block 3) geben die regionale Zuordnung von Teilnehmern zu einem Kreis oder zu einer kreisfreien Stadt wieder.

Für die regionale Zuordnung wird das jeweilige amtliche Kraftfahrzeugkennzeichen verwendet. Wenn Kreis und Stadt das das gleiche Kennzeichen führen, wird der Kreis durch das nachgestellte Zeichen „#" gekennzeichnet.

Ist eine regionale Zuordnung nicht möglich, werden die Zeichen 6-8 mit Leerzeichen gefüllt.

Beispiele

- Zeile 1: Teilnehmer des Malteser Hilfsdienst e.V. der Stadt München
- Zeile 2: Teilnehmer der Feuerwehr der Stadt Paderborn
- Zeile 3: Teilnehmer einer Einheit des Katastrophenschutzes des Landes Thüringen

Zeichen																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
B	Y	M	H	D	**M**																		
N	W	F	W		**P**	**B**																	
T	H	K	A	T																			

Abb. 83 OPTA Teilbereich: Regionale Zuordnung

27.1.4 Standort, Ortsverband, Gemeinde, Wache

Die Zeichen 9 bis 13 (Block 4.1) dienen zur Zuordnung des Teilnehmers bei weiterer Untergliederung der regionalen Struktur unterhalb der Kreis und Stadtebene. Die Zuordnung kann mit Ziffern oder Buchstaben erfolgen; sie sollte landeseinheitlich erfolgen. Die Länder legen die verwendete Bezeichnung im Sinne einer einheitlichen Struktur bei der Darstellung der örtlichen Zuordnung fest.

Dieses Feld kann neben der 1. Teilkennziffer (Teilort oder Wache) des bisherigen Funkrufnamens im analogen BOS-Funk auch den Gemeindenamen (ggf. abgekürzt) enthalten.

Beispiele

- Zeile 1: Einheit der Wache 1922 der Feuerwehr Hamburg
- Zeile 2: Teilnehmer der Feuerwehr Köln, der keinem Standort zugeordnet ist
- Zeile 3: Rettungswache 1 des DRK Mainz

Zeichen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
H	H	F	W		H	H		**1**	**9**	**2**	**2**												
N	W	F	W		K																		
R	P	D	R	K	M	Z		**1**															

Abb. 84 OPTA Teilbereich: Standortkennung

27.1.5 Funktionszuordnung

Die Zeichen 14 bis 21 (Block 4.2) dienen der Kenntlichmachung des taktischen Einsatzwertes oder der Funktion des Teilnehmers.
Dieses Feld entspricht der 2. Teilkennziffer im analogen BOS-Funk.
Für die Funktionszuordnung ist die Normkurzbezeichnung zu verwenden, deren Anforderung das Fahrzeug oder die Einheit mindestens erfüllt.
Handfunkgeräte, die keinem Fahrzeug oder keiner Funktion zugeordnet sind, führen die Bezeichnung HFG.

Beispiele

- Zeile 1: Gerätewagen Fernmeldedienst vom Standort 3926 (FF Hamburg-Eißendorf) der Feuerwehr Hamburg.
- Zeile 2: HLF 20/16 der Feuerwehr Dossenheim im Rhein-Neckar-Kreis (Kraftfahrzeugkennzeichen ist HD).
- Zeile 3: Staffellöschfahrzeug StLF 10/6 der Freiwilligen Feuerwehr der Stadt Meschede im Hochsauerlandkreis.

Zeichen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
H	H	F	W		H	H		3	9	2	6		**G**	**W**	**-**	**F**	**M**						
B	W	F	W		H	D	#	D	S	H	M		**H**	**L**	**F**	**2**	**0**	**/**	**1**	**6**			
N	W	F	W		H	S	K	2					**S**	**T**	**L**	**F**	**1**	**0**	**/**	**6**			

Abb. 85 OPTA Teilbereich: Taktischer Einsatzwert

Die folgende Tabelle verdeutlicht anhand einiger Beispiele den Unterschied zwischen der Funktionszuordnung im analogen BOS-Funk im Vergleich zum digitalen BOS-Funk.

Funktion	Digital	Analog
Gerätewagen Messtechnik	GWMESS	92
Gerätewagen Strahlenschutz	GW-S	57
ABC-Erkunder	ABCERK	93
Gerätewagen Öl	GW-ÖL	55
Gerätewagen Gefahrgut	GW-G	55

Tab 24 Vergleich Funktionskennung Analog-/Digitalfunk

27.1.6 Ordnungskennung

Die Zeichen 22 und 23 (Block 4.3) ermöglichen die Unterscheidung mehrerer Teilnehmer mit gleicher Funktionsbezeichnung an einem Standort. Dies entspricht der 3. Teilkennzahl im analogen BOS-Funk.
Handfunkgeräte, die keinem Fahrzeug oder keiner Funktion zugeordnet sind, werden an dieser Stelle durchnummeriert.

Beispiele

- Zeile 1: Erstes LF 16/12 der Wache 1 der Feuerwehr Nürnberg.
- Zeile 2: Dritter RTW der Wache Süd der Feuerwehr Paderborn.
- Zeile 3: Erste DL 23/12 der Feuerwehr Heiligenhaus im Kreis Mettmann.

Zeichen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
B	Y	F	W		N			1					L	F	1	6	/	1	2		**1**		
N	W	F	W		P	B		S	U	E	D		R	T	W						**3**		
N	W	F	W		M	E		H	H	A	U	S	D	L	K	2	3	/	1	2	**1**		

Abb. 86 OPTA Teilbereich: Ordnungskennung

27.1.7 Ergänzung

Das Zeichen 24 (Block 5) dient der Unterscheidung mehrerer Teilnehmer der gleichen taktischen Einheit.
Für die taktische Einheit selbst wird in diesem Feld ein Leerzeichen eingetragen, während die zu dieser Einheit zugehörigen weiteren Funkteilnehmer durch dieses Feld unterschieden werden können.

Beispiele

- Zeile 1: Erstes LF 24 der Wache Süd der Feuerwehr Paderborn.
- Zeile 2: Maschinist des ersten LF 24 der Wache Süd der Feuerwehr Paderborn.

Zeichen																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4
N	W	F	W		P	B		S	U	E	D		L	F	2	4					1		
N	W	F	W		P	B		S	U	E	D		L	F	2	4					1		M

Abb. 87 OPTA Teilbereich: Ergänzungen

Sämtliche Teilnehmeradressierungen (TSI und OPTA) mit Ausnahme der Geräteidentifikationsnummer (TEI) werden auf einer Karte gespeichert, die der SIM-Karte eines Mobiltelefons ähnelt und ohne die der Betrieb eines Endgerätes im deutschen TETRA-25-Netz nicht möglich ist [siehe BOS-Sicherheitskarte].

28 BOS-Sicherheitskarte

Zentraler Bestandteil des deutschen TETRA-25-Funknetzes der BOS ist die BOS-Sicherheitskarte.





Abb. 88 Muster-BOS-Sicherheitskarte des BSI

Die BOS-Sicherheitskarte vereint die folgenden Funktionen:

- Netzzugangsberechtigung
- Ende-zu-Ende Verschlüsselung
- Taktische Funktionen (Speicherung der OPTA, Alias-OPTA → Kap. *Teilnehmeradressierung*)
- Datenspeicherung

28.1 Vergabe und Initialisierung

Die jeweilige BOS meldet ihren Bedarf an BOS-Sicherheitskarten der zuständigen autorisierten Stelle auf Landesebene. Diese prüft den Antrag und wählt anschließend aus einem ihr von der BDBOS zur Verfügung gestellten Pool an individuellen Teilnehmeradressierungen (ITSI) die benötigte Anzahl aus und meldet den Bedarf an die BDBOS, die letztendlich die Teilnehmeradressierungen (ITSI) nochmals prüft und freigibt. Die BDBOS beauftragt anschließend das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) mit der Fertigstellung der Karten. Das BSI wird direkt vom Kartenhersteller mit Karten beliefert, die lediglich über ein Betriebssystem verfügen. In der sogenannten Root CA (Root Certification Authority[72]) des BSI werden die Karten initialisiert.

Unter Initialisierung werden die folgenden Prozesse zusammengefasst:

- Laden der Verschlüsselungsalgorithmen
- Zuteilung und Laden der ITSI
- Generieren und Laden eines individuellen Authentifizierungsschlüssels (K-Schlüssel)
- Laden des Endgeräteherstellerschlüssels (Masterkey$_H$)

Der Endgeräteherstellerschlüssel wird zertifizierten Herstellern vom BSI zur Verfügung gestellt und wird bei der Fertigung eines Endgerätes im Gerät einprogrammiert. Diese Vorgehensweise soll verhindern, dass eine BOS-Sicherheitskarte in einem Endgerät verwendet werden kann, dass keine Zulassung hat.
Des Weiteren werden mit der Initialisierung einer Karte dem Netzbetreiber (Alcatel Lucent) die Authentifizierungsdaten der Karte übermittelt. Dies sind:

- Die ITSI
- Der individuelle Authentifizierungsschlüssel (K-Schlüssel)
- Die Hardwarenummer der Karte (ICCID)[73]

72 Root Certification Authority bedeutet wörtlich übersetzt „Wurzel Zertifizierungs Behörde) und bezeichnet die erste Instanz (Wurzel) für die Kartenzertifizierung.

73 Wird vom Kartenhersteller festgelegt.

28.1.1 Personalisierung

Im nächsten Schritt müssen die Karten personalisiert werden. Die Personalisierung wird mit einem Arbeitsplatz realisiert, der über einen Kartenleser verfügt und Zugriff auf einen Server im BSI hat. Dieser Server wird auch als „Trust Center" bezeichnet. Die Arbeitsplätze, über die die Personalisierung vorgenommen wird, nennt man Krypto-Variablen-Management-Stationen (KVMS). Ob diese Arbeitsplätze auf Landesebene oder auf Kreisebene eingerichtet werden, ist derzeit noch nicht festgelegt.

Die Personalisierung umfasst im Wesentlichen die Vergabe einer eindeutigen „Geburts"-OPTA und die Anforderung des Schlüsselzertifikats über das Trust Center im BSI. Dieses Schlüsselzertifikat ist notwendig, um später mit dieser Karte Schlüssel anfordern und verwenden zu können.

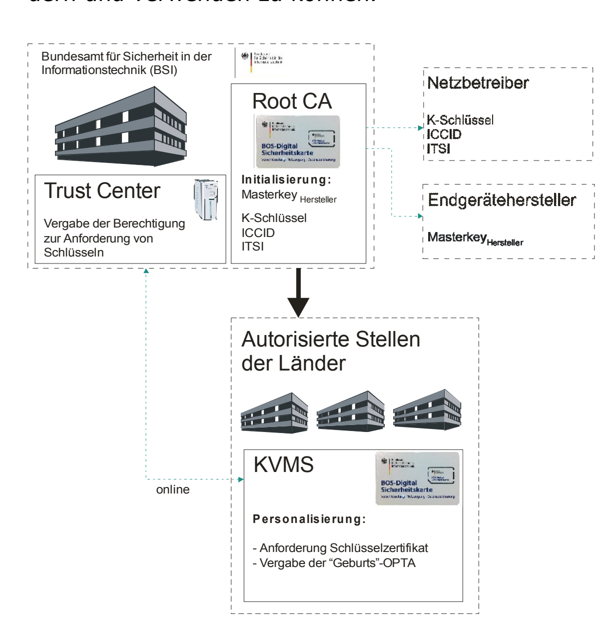


Abb. 89 Initialisierung und Personalisierung der BOS-Sicherheitskarte

Neben der eindeutigen „Geburts-OPTA", die auf der Karte gespeichert ist, kann bei einer kurzfristigen Änderung der Funktionszuordnung[74] des Endgerätes, eine „Alias"-OPTA über die Funkschnittstelle übertragen werden. Die „Geburts"-OPTA bleibt dabei weiterhin im Speicher der BOS-Sicherheitskarte. Für dauerhafte Änderungen der Funktionszuordnungen kann die BOS-Sicherheitskarte in einer KVMS neu personalisiert werden und erhält dann eine neue „Geburts"-OPTA.

28.1.2 Authentifizierung und Anmeldung im Netz

Die Authentifizierung eines Endgerätes durchläuft mehrere Stufen:

Beim Einschalten des Funkgerätes wird zunächst der im Gerät einprogrammierte $Masterkey_H$ [vgl. Kapitel 28.1] mit dem $Masterkey_H$ auf der BOS-Sicherheitskarte verglichen.

Stimmen die Schlüssel überein erfolgt im nächsten Schritt die Einbuchung in die Netzinfrastruktur.

Hier wird zunächst die Übereinstimmung des individuellen K-Schlüssels [vgl. Kapitel 28.1] zusammen mit der ITSI überprüft. Anschließend wird die Geräteidentifikationsnummer (TEI) übertragen, so dass im Netz bekannt ist, welches Endgerät mit welcher BOS-Sicherheitskarte arbeitet. Anhand der ITSI werden die Berechtigungen des Teilnehmers im Netz verwaltet.

Die OPTA hat für die Netzzugangsberechtigung keine Bedeutung. Sie dient lediglich taktischen Zwecken der BOS.

Der gesamte Vorgang vom Einschalten des Endgerätes bis zur Einbuchung im Netz kann bis zu zehn Sekunden in Anspruch nehmen.

Der Verbindungsaufbau beim Betätigen der Sprechtaste dauert ca. 300 ms bis 500 ms.

Die OPTA wird jeweils beim Betätigen der Sprechtaste übertragen. Teilnehmer, die erst während eines bestehenden Gesprächs in die Benutzergruppe schalten (Late-Entry) nehmen zwar am Gespräch teil, erhalten jedoch keine Anzeige der OPTA des sendenden Teilnehmers.

28.1.3 Sperrfunktionen

Über die Authentifizierung der Endgeräte lassen sich Endgeräte, die von der Teilnahme am Funkverkehr ausgeschlossen werden sollen, sperren. Dies kann z.B. beim Verlust eines Gerätes oder einer BOS-Sicherheitskarte notwendig werden.

Für den Ausschluss eines Gerätes bzw. einer Karte stehen sechs Möglichkeiten zur Verfügung.

74 Beispiel: Der 1. RTW einer Wache soll vorübergehend wegen Desinfektionsmaßnahmen außer Betrieb genommen werden, während der 2. RTW in dieser Zeit die Kennung des 1. RTW übernehmen soll.

Durch das Nutzereigene Management (NeM) können folgende Sperrfunktionen ausgeführt werden:

- **Vorläufige Sperrung einer TEI**.
  Durch die Übermittlung der TEI eines Endgerätes beim Einbuchvorgang, kann das entsprechende Gerät identifiziert und ausgeschlossen werden. Dieser Vorgang kann durch das NeM rückgängig gemacht werden.

- **Permanente Sperrung einer TEI**.
  Ein permanent gesperrtes Endgerät kann nur durch Neuvergabe einer TEI durch den Gerähersteller wieder aktiviert werden.

- **Vorläufige Sperrung der ITSI**.
  Durch die Übermittlung der ITSI einer BOS-Sicherheitskarte beim Einbuchvorgang kann die entsprechende Karte identifiziert und ausgeschlossen werden. Dieser Vorgang kann durch das NeM rückgängig gemacht werden.

- **Permanente Sperrung einer ITSI**.
  Eine BOS-Sicherheitskarte, deren ITSI permanent gesperrt ist, kann nur durch Neuvergabe einer ITSI in der Root CA des BSI wieder aktiviert werden.

Neben den Sperrfunktionen des Nutzereigenen Managements besteht die Möglichkeit, über eine KVMS BOS-Sicherheitskarte zu sperren. Dies kann auf zwei Wegen geschehen:

- **Ausschluss des Teilnehmers.**
  Dem Teilnehmer (der BOS-Sicherheitskarte) wird der Schlüssel für die Ende-zu-Ende Verschlüsselung über die Funkschnittstelle entzogen.

- **Deaktivierung der BOS-Sicherheitskarte.**
  Der Karte wird das Schlüsselzertifikat entzogen. Somit wird der Karte die Möglichkeit entzogen, notwendige Schlüssel über die Funkschnittstelle anzufordern.

29 Leistungsmerkmale des Digitalfunks

Der Digitalfunk bietet zusätzlich zu den bisher aufgezeigten Vorteilen der Netzstruktur und der Teilnehmeradressierung einige Neuerungen, die für die Belange der BOS von Vorteil sind. Dies sind im Wesentlichen:

- Datenverschlüsselung
- Verbesserte Übertragungs- und Sprachqualität
- Gruppen- und Einzelkommunikation
- Datenkommunikation

29.1 Verschlüsselung der Daten

Nutzsignale werden beim Digitalfunk digital verschlüsselt (codiert) übertragen.
Durch besondere Verschlüsselungsverfahren soll eine Entschlüsselung / Decodierung praktisch ausgeschlossen werden. Die Beschränkung auf sehr wenige zur Verschlüsselung berechtigte Stellen und Personen soll zusätzlich das Risiko des Missbrauchs noch weiter minimieren.

29.1.1 Abhörsicherheit

Ein wesentlicher Nachteil der Analogfunktechnik ist die fehlende, bzw. sehr eingeschränkte Abhörsicherheit. Da wirksame Verschlüsselungsverfahren nicht gegeben sind, kann praktisch jeder, der über ein Empfangsgerät mit Zugriffsmöglichkeiten auf BOS-Funkfrequenzen verfügt, unabhängig von seiner Berechtigung, den BOS-Sprechfunk uneingeschränkt mithören. Hieraus ergeben sich eine Vielzahl von Missbrauchsmöglichkeiten und Nachteilen, die, insbesondere aus polizeilicher Sicht und unter Berücksichtigung der allgemeinen Sicherheitslage sowie aus Datenschutzgründen, heutzutage nicht mehr akzeptabel sind.
Daher ist die Kommunikationssicherheit eine wesentliche Forderung an das digitale Funksystem der BOS. Als Kommunikationssicherheit bezeichnet man:

- den Schutz der reinen Nachrichten gegen unbefugtes Mithören

- den Schutz der Organisationsinformationen (Netzsteuerung) gegen böswillige Manipulation
- den Replay-Schutz (Schutz gegen das Wiedereinspielen von Informationen)
- die Sicherstellung der Authentizität der übertragenen Nachrichten.

Der klassische TETRA-Standard beinhaltet Sicherheitsfunktionen, die nur einen Teil der von Bund und Ländern geforderten Kommunikationssicherheit abdecken.
Der TETRA-Standard bietet lediglich eine Funkschnittstellenverschlüsselung[75] und schützt damit den Übertragungsabschnitt zwischen mobilem Endgerät und der Basisstation. Für die dahinter liegende gesamte Netzinfrastruktur kann die Funkschnittstellenverschlüsselung keinen Schutz gewährleisten. Daher wurde speziell für das deutsche TETRA-BOS-Netz, unter Federführung des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), das Ende-zu-Ende Verschlüsselungsverfahren entwickelt, das die Nutzinformationen sichert.
Die Ver- und Entschlüsselung der Nachrichten geschieht hier in den jeweils am Gespräch beteiligten Endgeräten über Verschlüsselungs-algorithmen, die in den Speicher-Chips von BOS-Sicherheitskarten hinterlegt sind.

29.2 Übertragungs- und Sprachqualität

Die Digitalfunktechnologie ermöglicht durch elektronische Filterverfahren weitgehend die Beseitigung der Übertragung von störendem Umgebungslärm am Standort des Sendenden.
Da Nutzsignale von Störsignalen (z.B. Straßenlärm, Geräusche von Pumpen und Aggregaten) unterschieden und „herausgerechnet" werden können, wird die Empfangsqualität und Sprachverständlichkeit gegenüber dem Analogfunk deutlich gesteigert.

29.2.1 Reichweite

Sowohl bei der analogen, als auch bei der digitalen Informationsübertragung können reichweitenbedingte und sonstige Verluste auftreten. Diese wirken sich immer negativ auf die Übertragungs- bzw. Sprachqualität aus.

Beim Analogfunk können derartige Qualitätsverluste in den jeweils kritischen Empfangsbereichen technisch nicht, bzw. durch sogenannte „Rauschfilter" nur begrenzt, beseitigt werden. Hier schafft oft nur ein Standortwechsel Abhilfe.

Beim Digitalfunk ergibt sich diesbezüglich ein Vorteil durch die digitale Fehlerkorrektur. Fehlerhaft übertragene und/oder fehlende binäre Daten können durch komplexe Rechenverfahren im Empfangsteil repariert oder ersetzt werden. Derartige Fehlerkorrekturverfahren sind auch aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik bekannt. Während eine analoge und beschädigte Schallplatte bei der Wiedergabe knackt, „rechnet" die intelligente Elektronik einen Kratzer auf einer CD einfach weg. Ähnlich lässt sich eine hervorragende Übertragungsqualität bis zum Abreißen der Funkverbindung aufrechterhalten.
Beim Analogfunkbetrieb kündigt sich das Abreißen der Funkverbindung durch einen stetig ansteigenden Verlust der Übertragungs- und damit Empfangsqualität und Rauschen an. Beim Digitalfunkbetrieb geschieht dies ohne Vorankündigung. Ohne Kenntnis hierüber, könnte ein Gerätefehler vermutet und in kritischen Situationen möglicherweise falsch reagiert werden. Wie Erfahrungen belegen, hilft aber in derartigen Situationen oft eine Körperdrehung oder ein sehr geringfügiger Standortwechsel zur Wiederherstellung des Funkkontaktes (oft nur ein Schritt!). Weiterhin besteht die Möglichkeit durch den Einsatz von Repeatern (Funkverstärkern) die Reichweite der Endgeräte zu vergrößern.

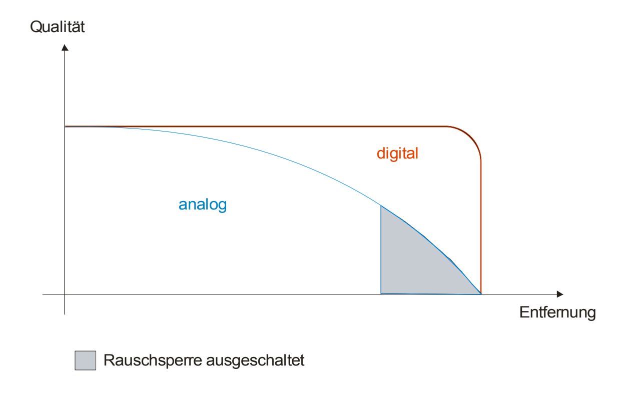


Abb. 90 Sprachqualität Analog und Digital

75 Die Funkstrecke zwischen Funkteilnehmer und Basisstation bezeichnet man als „TETRA-Funkschnittstelle" (Air Interface, AI)

29.3 Gruppenkommunikation

Ein wesentliches Merkmal der Kommunikation im Digitalfunk ist die Benutzergruppenbildung.
Eine Benutzergruppe ist dabei vergleichbar mit einem Kanal in einem analogen Funkverkehrskreis. Das heißt, alle Teilnehmer, die die gleiche Gruppe an ihrem Funkgerät geschaltet haben, können miteinander kommunizieren.
Der Teilnehmer selbst kann allerdings nur Gruppen wählen, für die er eine Berechtigung besitzt. Diese Berechtigung ist auf der BOS-Sicherheitskarte im Funkgerät hinterlegt. Zusätzlich wird der Bereich, in dem Verbindungen zwischen Teilnehmern einer Gruppe möglich sind, durch die Netzsteuerung festgelegt. Diese Bereiche nennt man Gruppenrufbereiche.

29.3.1 Gruppenrufbereich

Ein Gruppenruf kann technisch betrachtet innerhalb des Bereiches einer Basisstation, innerhalb des Bereiches einer Vermittlungsstation (DXTip) oder auch innerhalb des Bereiches einer Transitvermittlungsstelle (DXTTip) durchgeführt werden. Ein Gruppengespräch von München nach Paderborn ist somit zwar möglich, wird aber im Regelfall durch die netzseitige Einschränkung dieser Berechtigung unterbunden, um die Netzlast zu reduzieren.
Für die Standardkommunikation auf Kommunal- bzw. Kreisebene werden zwei Gruppenrufbereiche unterschieden:

- Der festgelegte Gruppenrufbereich.
- Der dynamische Gruppenrufbereich.

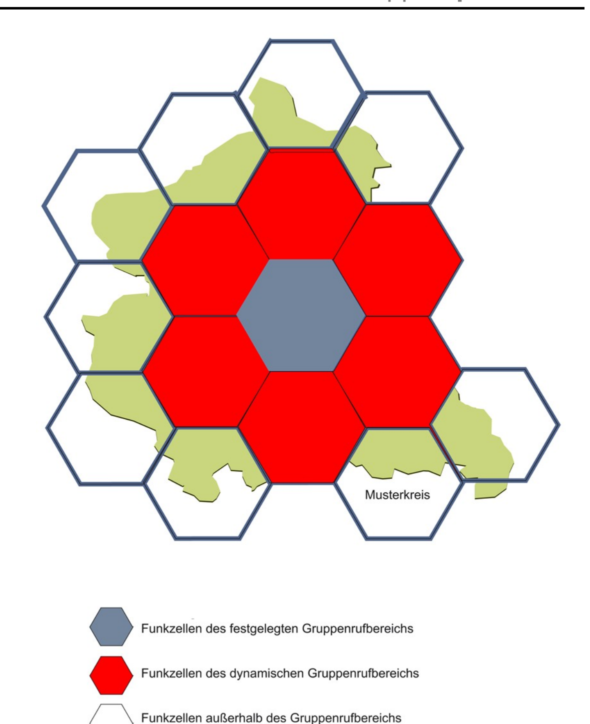


Abb. 91 Gruppenrufbereiche

Der festgelegte Bereich beschreibt in der Regel den Bereich, in dem sich ein Teilnehmer dauerhaft aufhält und kann z.B. auf das Stadtgebiet einer Kommune beschränkt sein. Wird in diesem Bereich ein Gruppenruf aktiviert, belegen alle TETRA-Basisstationen in diesem Bereich einen Zeitschlitz im Up- und Downlink für diese Verbindung.

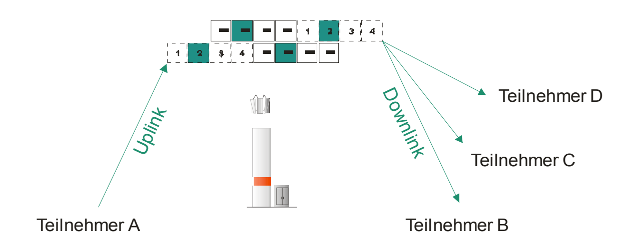


Abb. 92 Beispielhafte Belegung von Zeitschlitzen bei einem Gruppenruf im Netzbetrieb

Die Netzsteuerung überprüft in diesem Fall nicht, ob sich ein Gruppenteilnehmer gerade im Bereich einer TETRA-Basisstation aufhält. Der Vorteil liegt hier in einem wesentlich schnelleren Verbindungsaufbau.

Im sogenannten dynamischen Bereich wird dagegen zunächst geprüft, ob sich ein Teilnehmer im Bereich einer TETRA-Basisstation aufhält. Erst nach erfolgter Prüfung, ob sich ein Teilnehmer in diesem Be-

reich aufhält, wird ein Zeitschlitz zugeteilt und der Gruppenruf aktiviert. Der Vorteil hier liegt in der geringeren Netzauslastung.
Teilnehmer, die sich außerhalb des dynamischen Gruppenrufbereiches, befinden nehmen nicht an der Gruppenkommunikation teil.

Die Abbildung 91 zeigt beispielhaft die Zuordnung eines festgelegten Gruppenrufbereichs und die Zuordnung eines dynamischen Gruppenrufbereichs für einen Musterkreis.

Eine Projizierung der oben beschriebenen Möglichkeiten auf kleinere Bereiche ist ebenso möglich, z.B. für taktische Einheiten auf kommunaler Ebene.

Neben den zuvor beschriebenen Möglichkeiten ist eine einsatzbezogene dynamische Gruppenbildung möglich, mit der Teilnehmer über die Netzsteuerung einer Benutzergruppe temporär zugeteilt werden können, für die sie sonst keine Berechtigung haben.

Gruppenrufe finden sowohl im Netz- wie auch im Direktbetrieb statt. Die praktische Anwendung des Gruppenrufs wird im Kapitel Betriebsarten näher beschrieben.

29.4 Einzelkommunikation

Das TETRA-25-Netz bietet die Möglichkeit der gezielten Verbindung zweier Teilnehmer.
Wie bei der Gruppenkommunikation, ist auch bei der Einzelkommunikation der Funkbereich, in dem eine Einzelkommunikation zweier Teilnehmer möglich ist, abhängig von den Berechtigungen der Teilnehmer.
Einzelrufe sind technisch sowohl im Netz- als auch im Direktbetrieb möglich. Näheres zur Anwendung des Einzelrufs wird im Kapitel Betriebsarten beschrieben.
Das Tätigen eines Einzelrufs in der Betriebsart Halbduplex [siehe Kapitel Betriebsarten] „verbraucht" die gleichen Ressourcen, wie ein Gruppenruf, d.h. im Netzbetrieb wird bei jeder Verbindung ein Zeitschlitz auf der Uplinkfrequenz (Endgerät → Basisstation) und der gleiche Zeitschlitz auf der Downlinkfrequenz (Basisstation → Endgerät) während des Sendebetriebs belegt. Die Netzsteuerung weist beim Betätigen der Sendetaste jedes Mal eine Frequenz mit einem freien Zeitschlitz dynamisch zu.
Ein weiteres Leistungsmerkmal speziell für den Bereich der Einzelkommunikation ist das Führen von Gesprächen in der Betriesart (Voll-)Duplex [siehe Kapitel Betriebsarten]. Diese Betriebsart ist vergleichbar mit einem Telefongespräch, bei der die Verbindung zwischen den Teilnehmern bestehen bleibt, bis das Gespräch beendet wird. Hierbei ist zu beachten, dass vier Zeitschlitze (jeweils zwei Zeitschlitze im Up- und Downlink) permanent für die Dauer des Gesprächs belegt werden und damit die Netzlast deutlich erhöht wird.
Die Auswahl der Frequenzen und Zeitschlitze erfolgt durch die Netzsteuerung, die freie Kapazitäten dynamisch zuweist. Das TETRA-25-Netz ermöglicht gleichzeitiges Senden und Empfangen in dem die jeweiligen Zeitschlitze im Uplink und im Downlink zeitversetzt übertragen werden. Dieser Zeitversatz ist so gering, dass er vom Teilnehmer nicht wahrgenommen wird.

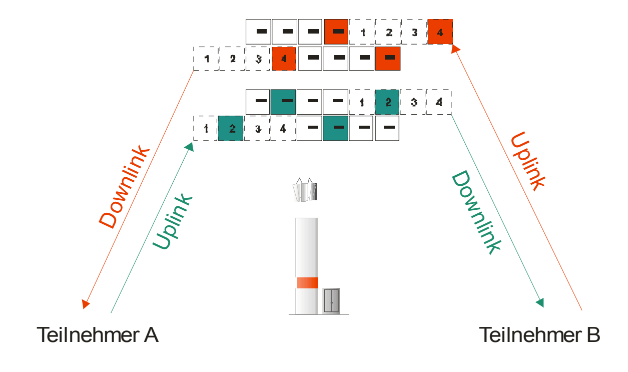


Abb. 93 Beispielhafte Belegung von Zeitschlitzen bei einem Einzelgespräch in der Betriebsart Duplex

29.5 Notruf

Digitalfunkgeräte verfügen über eine Notruffunktionalität, mit der sich eine programmierbare Notrufprozedur auslösen lässt.
Die Möglichkeiten der Geräte sind vielfältig. So kann das Auslösen eines Notrufes beispielsweise mit einem entsprechenden Symbol und der Rufnummer des Gerätes, von dem der Notruf ausgeht, im Display aller Gruppenteilnehmer signalisiert werden. Im Netzbetrieb ist es auch denkbar, dass der Notruf nur an ausgewählte Teilnehmer weitergeleitet wird. Dies können z.B. der Einsatzleiter und/oder die Leit-

stelle sein. Verfügt das Gerät, von dem der Notruf abgesetzt wird, über ein GPS-Modul, ist auch die Übermittlung der Position unter bestimmten Voraussetzungen möglich.
Notrufe werden in jedem Fall mit Priorität gesendet. Das bedeutet, dass bestehende Funkgespräche aller Teilnehmer, an die der Notruf adressiert ist, unterbrochen werden.

29.6 Teilnehmerklassen

Basisstationen können für bestimmte Teilnehmerklassen reserviert werden. In diesem Fall haben ausschließlich Teilnehmer, die dieser Teilnehmerklasse angehören, die Möglichkeit, sich über diese Basisstation in das Netz zu registrieren bzw. diese Basisstation für Kommunikation zu nutzen.

Interessant ist dies z.B. für den Bereich der Luft-Luft- oder auch Boden-Luft-Kommunikation, also zwischen Luftfahrzeugen oder Luftfahrzeugen und Bodenfahrzeugen oder Leitstellen. Die Luftfahrzeuge würden dann Basisstationen nutzen, die ausschließlich für Endgeräte in Luftfahrzeugen zugelassen sind. Dies stellt sicher, dass diese Ressource nicht von bodengebundenen Teilnehmern blockiert wird.
Selbst wenn ein bodengebundener Teilnehmer direkt neben einer solchen, für Luftfahrzeuge reservierten Basisstation stünde, könnte er sich nicht über diese Station im Netz registrieren, da er nicht der entsprechenden Teilnehmerklasse angehört.

29.7 Datenkommunikation

Das TETRA-25-Netz stellt einen Datenkommunikationsdienst (SDS[76]) zur Verfügung. Dieser Dienst soll sowohl paketvermittelte, als auch leitungsvermittelte Datenkommunikation zulassen.

Über diesen Dienst können Kurznachrichten und Status versendet werden.

76 Short Data Service

29.7.1 Kurznachrichten als Textnachrichten

Kurznachrichten werden dabei auf den für die Übertragung von Sprache genutzten Zeitschlitzen gesendet, während für die Übermittlung eines Status der Organisationszeitschlitz verwendet wird.

Eine Kurznachricht enthält immer die OPTA des sendenden Teilnehmers und ist auf eine Länge von 84 Zeichen beschränkt.

29.7.2 Statusmeldungen

Statusmeldungen werden grundsätzlich unterschieden zwischen Situationsmeldungen (vergleichbar FMS) und Netzmerkmalen (Steuerungsbefehle).
Ein Status kann sowohl an eine komplette Gruppe, als auch an einzelne Teilnehmer gesendet werden.
Dabei kann er sowohl zwischen Funkgeräten, zwischen Funkgeräten und Leitstellen, zwischen Funkgeräten und der Autorisierten Stelle, oder allen diesen Teilnehmerarten übertragen werden.
Statusmeldungen werden auf dem Organisationszeitschlitz mit einer Ordnungsnummer übertragen, der dazugehörige Textinhalt ist in den Endgeräten gespeichert und wird somit angezeigt.

Insgesamt sind bis zu 65536 Statusmerkmale möglich. Die Ordnungsnummer 0 - 32767 sind systemspezifisch für das Tetra-25-Netz reserviert:

- Rückrufanforderungen
- Dringende Anforderungen
- Notstatusanforderungen
- Statusindikatoren
- Scannen ein/aus
- Statusquittierungen

Die Ordnungsnummern 32768 – 65535 sind unter anderem für die Statusübertragung der Situationsmerkmale möglich. Somit sind mehr Statusmerkmale, als im zur Zeit verwendeten Funkmeldesystem, möglich und stehen dem Endnutzer zur Verfügung. Die Zuordnung von Statusbedeutung und Ordnungsnummer wird derzeitig in einer Arbeitsgruppe auf Bundesebene erarbeitet.
Statusmeldungen werden normalerweise auf dem Organisationszeitschlitz übertragen. Ist dieser überlastet, erfolgt eine Stapelverarbeitung. Sobald ein

Status übermittelt ist, rückt der nächste nach und wird seinerseits übermittelt. Allerdings gibt es auch priorisierte Status, z.B. im Bereich der Notrufmöglichkeiten.
Bei der Verarbeitung wird der Status mit einem Zeitstempel versehen, so dass die Zeitpunkte des Absendens und des Zustellens nachvollziehbar sind.

Betriebsarten

Die Betriebsarten im digitalen BOS-Funk werden durch die technischen Möglichkeiten des TETRA 25-Netzes vorgegeben. Die BOS-Funkrichtlinie, wie sie für den analogen BOS-Funk Anwendung findet, wird derzeit für den digitalen Bereich überarbeitet. Um ein reibungsloses Zusammenarbeiten der Geräte im digitalen BOS-Funk zu gewährleisten, hat die BDBOS Endgeräte-Leistungsmerkmale und Interoperabilitätsprofile erstellt. Die BOS-Interoperabilitätsprofile (BIP) definieren das erwartete Endgeräteverhalten an den Schnittstellen des BOS-Digitalfunknetzes und im Direktbetrieb.

Schnittstellen sind:

Funkschnittstelle
Zubehörschnittstelle
Kryptoschnittstelle der BSI-Sicherheitskarte
Leitstellenschnittstelle

Wie im analogen-BOS Funk, werden auch im digitalen BOS-Funk die Betriebsarten Simplex, Semi- oder Halbduplex und Duplex angewendet. Im Unterschied zum Analogfunk, können diese Betriebsarten im Digitalfunk jedoch individuell genutzt werden und müssen nicht als Grundeinstellung am Gerät vorgenommen werden.
Darüber hinaus bietet der Digitalfunk weitere Leistungsmerkmale, die nachfolgend ebenfalls als Betriebsarten bzw. Betriebsfunktionen bezeichnet werden.

Einen Überblick über die wichtigsten Betriebsarten (auch Betriebsmodus) und -funktionen im digitalen BOS-Funk gibt die folgende Tabelle. Die in einem Funkgerät zur Verfügung stehenden Funktionen sind abhängig von der Programmierung und vom Gerätetyp.

Betriebsmodus	Betriebsfunktion
Netzbetrieb (TMO)	Gruppenruf Einzelruf im Halbduplex Einzelruf im Duplex (Telefonie) Notruf Gateway
Direktbetrieb (DMO)	Gruppenruf Einzelruf Notruf Repeater
Datenbetrieb	Kurznachrichten Status

Tab 25 Betriebsarten und -funktionen

Die Abkürzung TMO steht für Trunked Mode Operation, was übersetzt Bündelfunkbetrieb bedeutet.



Abb. 94 Auswahl des Betreibsmodus an einem HRT

Vergleichbar mit dem GSM Netz, sendet das Funkgerät nach dem Einschalten eine Netzanfrage aus, um sich im Netz anzumelden. Dieser Vorgang setzt voraus, dass sich eine TETRA-Basisstation (BS) in Reichweite des Funkgerätes befindet. Das Netz übernimmt im TMO-Modus die Auswahl und Zuordnung einer Frequenz und eines Zeitschlitzes. Der Teilnehmer hat hierauf keinen Einfluss.

30 Netzbetrieb [TMO]

30.1 Gruppenruf

Ein Gruppenruf ist vergleichbar mit einem Funkgespräch im analogen BOS-Funk. Die Gruppenrufnummer (GSSI) ist dabei gleichbedeutend mit der Wahl des Funkkanals im analogen BOS-Funk. Der Vorteil im Digitalfunk besteht darin, dass die Teilnehmer nicht räumlich an einen Funkverkehrskreis gebunden sind, sondern theoretisch überall im Netz anhand der Gruppenzugehörigkeit identifiziert werden und an dem Funkgespräch teilnehmen können. Dies

setzt allerdings voraus, dass der Teilnehmer entsprechende Berechtigungen im Netz hat. Die berechtigten Gruppen sind mit GSSI und Gruppennamen im Funkgerät einprogrammiert. Eine dynamische einsatzbezogenen Gruppenbildung ist möglich. Ein Gruppenruf wird grundsätzlich im Halbduplexbetrieb durchgeführt und belegt pro Basisstation jeweils einen Zeitschlitz im Up- und Downlink.

Bei einem Gruppengespräch wird immer die Kennung des sprechenden Teilnehmers im Display aller Gruppenteilnehmer angezeigt. Möglich ist die Anzeige der ISSI, der OPTA oder des Telefonbucheintrages. Die Anzeige ist abhängig von der Programmierung der Geräte.

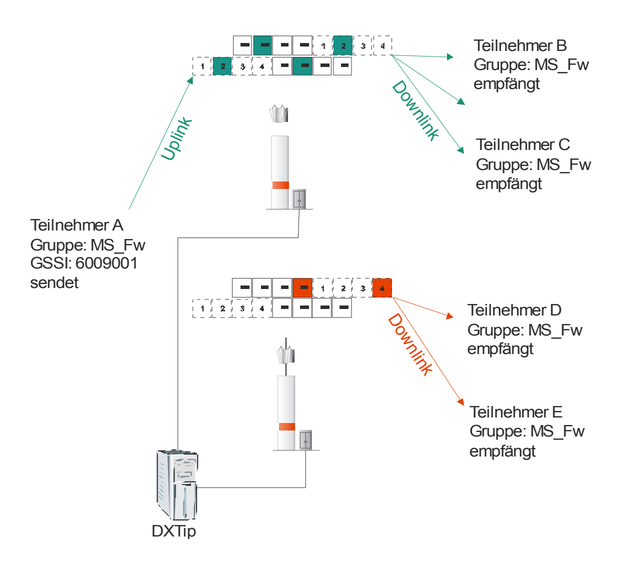


Abb. 95 Gruppenruf im Netzbetrieb

30.2 Einzelruf

30.2.1 Halbduplex (PTT[77]-Verbindung)

Anstelle der Gruppenidentifikationsnummer (GSSI) wird zum Führen eines Einzelgespräches die Teilnehmeridentifikationsnummer (ISSI) entweder direkt eingegeben oder aus dem Telefonbuch ausgewählt. Es spielt hierbei keine Rolle, ob man sich in einer bestimmten Benutzergruppe befindet. Nach Eingabe der ISSI wird die PTT-Taste gedrückt.

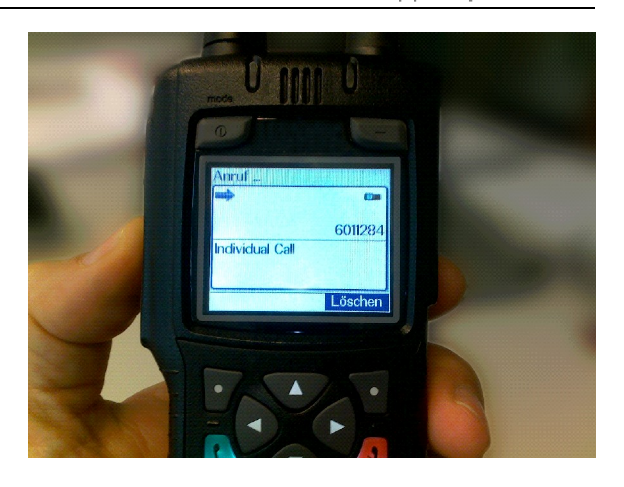


Abb. 96 Anzeige der Anruferkennung und der Art des Anrufs

Die Annahme des Gesprächs muss in diesem Fall über die PTT-Taste erfolgen. Programmierungsabhängig kann bei Einzelgesprächen im Halbduplex der Lautsprecher automatisch auf laut (Vergleich zum Funkgerät) oder auf leise (Vergleich zum Telefon) geschaltet werden.
Der Anwender kann ein Einzelgespräch in der Betriebsart Duplex führen, in dem er nach Eingabe der ISSI anstelle der PTT-Taste die „Rufannahme-Taste" drückt.



Abb. 97 Eingang eines Einzelgesprächs im Halbduplex-Betrieb

Beim Einzelruf im Netzbetrieb werden, wie bei einem Gruppenruf, jeweils ein Zeitschlitz im Uplink und ein Zeitschlitz im Downlink benutzt.

77 Mit PTT (**P**ush **T**o **T**alk) wird das Drücken der Sprechtaste bezeichnet.

30.2.2 Duplex (Telefon-ähnlich)

Der angerufene Teilnehmer kann das Gespräch ebenfalls mit der „Rufannahme-Taste" annehmen. Das Gespräch wird in diesem Fall wie ein Telefongespräch geführt. Die Geräte verfügen hierfür über ein extra Mikrofon und einen extra Lautsprecher. Das Gerät muss deshalb wie ein Telefon gehalten werden.

Der angerufene Teilnehmer hat ebenso die Möglichkeit, das Gespräch mit der PTT-Taste anzunehmen. In diesem Fall kommt eine Verbindung zustande, die der Betriebsart „bedingtes Gegensprechen" im Analogfunk ähnlich ist. Der Anrufer nutzt weiterhin die Betriebsart Duplex, während der Angerufene sein Gerät in der Betriebsart Halbduplex verwendet und zum Senden jedes Mal die PTT-Taste drücken muss.



Abb. 98 Rufannahme im Duplexbetrieb

30.3 Gateway-Modus

Ein Gateway dient der Überleitung von Gesprächen aus dem DMO in den TMO und umgekehrt. Für die Funktion als Gateway kommen ausschließlich Fahrzeugfunkgeräte in Betracht, da diese über eine höhere Sende- und Empfangsleistung als Handfunkgeräte verfügen.

Insbesondere dort, wo Handfunkgeräte eingesetzt werden, wird es aufgrund der geringeren Sendeleistung der Geräte oftmals Bereiche geben, in denen die Geräte keine Verbindung mit einer TETRA-Basisstation herstellen können. Befindet sich ein Gateway in Reichweite, so kann über diese „Überleiteinrichtung" das Netz weiterhin auch aus dem DMO erreicht werden.

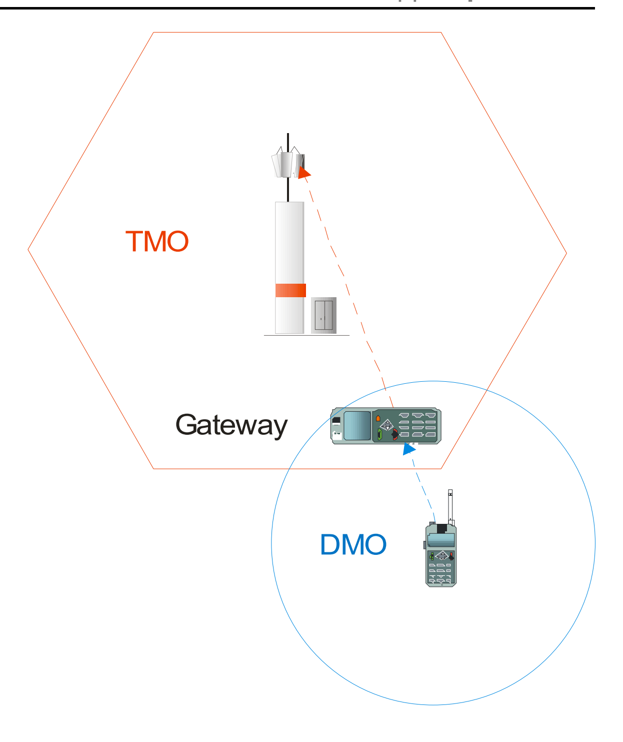


Abb. 99 Gatewaybetrieb

Für den Betrieb des Gatewaygerätes ist es notwendig sich auf eine Gruppe im TMO und eine Gruppe im DMO festzulegen. Das Gerät, das als Gateway eingesetzt wird, kann nicht selbst an Gesprächen teilnehmen.

Im Gatewaymodus sind nur Gruppengespräche möglich. Einzelgespräche sind nicht möglich, da im Netz keine Informationen über den DMO Teilnehmer vorhanden sind.

Angerufenen Teilnehmern wird deshalb auch nur der Name des Gateways angezeigt, nicht der Name des Anrufers.

Wird ein Gateway in Betrieb genommen, erhalten alle Geräte, die sich in der entsprechenden Gruppe befinden und in Reichweite sind, ein entsprechendes Symbol[78] im Display.

Die Inbetriebnahme eines Gateways kann auf verschiedene Arten erfolgen. Neben der bewussten Inbetriebnahme über einen entsprechenden Schalter, ist z.B. auch die Verknüpfung mit einer Statusmeldung möglich. So wäre es denkbar, dass z.B. ein Rettungswagen bei Eintreffen an der Einsatzstelle, automatisch über den Status 4 (Einsatzstelle an) in den Gatewaybetrieb geht. Die Besatzung hat dann

78 Die Art des Symbols ist herstellerspezifisch.

in der Regel jederzeit Zugang zum Netz über das mitgeführte HRT.

31 Direktbetrieb [DMO]

Die Abkürzung DMO steht für Direct Mode Operation, was übersetzt Direktbetrieb bedeutet. Der Direktbetrieb arbeitet netzunabhängig. Im DMO kommunizieren die Geräte untereinander, ohne das sich die Geräte im Netz einloggen (Vergleich 2-m-Wellenbereich Analogfunk).
Der DMO-Modus bietet damit die Möglichkeit zusätzliche, netzunabhängige Benutzergruppen z.B. für den Einsatzstellenfunk bereit zu stellen. Neben der Nutzung als Einsatzstellenfunk ist mit dem DMO-Modus eine Rückfallebene bei einem möglichen Ausfall des Netzes geschaffen. Durch die Abkoppelung vom Netz hilft der Direktbetrieb, einer Netzüberlastung vorzubeugen.

Da im Direktbetrieb, aufgrund der fehlenden Anbindung an das Netz, keine übergeordnete Koordinierungsstelle, wie die Netzsteuerung, zur Verfügung steht, ist dieser Betriebsmodus auf festgelegte Frequenzen angewiesen.

31.1 Gruppenruf

Die im Gerät programmierten Gruppen sind fest mit einer Frequenz verbunden. Jede Gruppe sendet und empfängt auf einer DMO Frequenz auf dem Zeitschlitz 1. Das Funkgerät, das mit dem Funkgespräch beginnt, synchronisiert dabei die anderen Geräte in der Gruppe. Dieses Gerät wird auch als „Master" bezeichnet. Die weiteren teilnehmenden Funkgeräte werden als „Slave" bezeichnet.

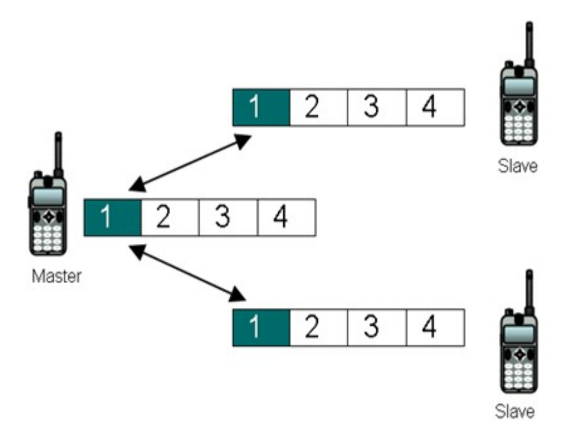


Abb. 100 Zeitschlitzbelegung im DMO

Das Bundesministerium des Innern hat im Benehmen mit den obersten Landesbehörden und in Abstimmung mit der Bundesnetzagentur Frequenzbereiche für den digitalen BOS-Funk in der „Funkrichtlinie digitaler BOS-Funk" festgelegt. Da es wesentlich mehr mögliche Gruppen als freie Frequenzen gibt, ist es allerdings denkbar, dass zwei benachbarte Länder für unterschiedliche Gruppen die gleichen Frequenzen benutzen. Hierdurch kann es vorkommen, dass sich zwei Gruppen untereinander stören, ohne voneinander zu wissen.

Frequenz	Nutzer	Anzeige	GSSI
380,1625 MHz	Feuerwehr	301F	3.100.010
390,1625 MHz	Feuerwehr	302F	3.100.011
392,6875 MHz	Feuerwehr	303F	3.100.008
383,5875 MHz	Feuerwehr	304F	3.100.028
384,2625 MHz	Feuerwehr	305F	3.100.029
394,4125 MHz	Feuerwehr	306F	3.100.007
392,8375 MHz	Kat.Schutz	401K	3.100.023
393,8125 MHz	Kat.Schutz	402K	3.100.032
382,8375 MHz	Rettungsdienst	601R	3.100.023
384,6375 MHz	Rettungsdienst	602R	3.100.030
382,9875 MHz	z.b.V.	201*	3.100.037
393,1375 MHz	z.b.V.	203*	3.100.034
383,2875 MHz	z.b.V.	204*	3.100.038
393,5875 MHz	z.b.V.	208*	3.100.035

Tab 26 Frequenzen und Gruppenfestlegung für den DMO in Nordrhein Westfalen[79]

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Frequenzen im DMO stark eingeschränkt. Soweit nicht erforderlich, sollte der Gebrauch des DMO deshalb auf Funktionen beschränkt werden, die in Bereichen arbeiten, in de-

79 Erlass vom 17. Juni 2009 Zuteilung von Frequenzen für Übung und Testanwendungen im DMO Betrieb

nen kein Netz zur Verfügung steht (z.B. Angriffstrupp der Feuerwehr). Alle anderen logistischen Einheiten, Sanitätskomponenten und nachrückende Einheiten können den Einsatzstellenfunk im Netz abbilden.

31.2 Einzelruf

Der Einzelruf funktioniert prinzipiell genau wie im Netzbetrieb. Weil aber im Direktbetrieb keine Netzsteuerung zur Verfügung steht, gibt es einige Einschränkungen:

- Gespräche können nur im Wechselverkehr abgewickelt werden.
- Beide Gesprächsteilnehmer müssen die gleiche Gruppe geschaltet haben bzw. die gleiche Frequenz nutzen, da das Gerät den anderen Teilnehmer ohne Netzsteuerung sonst nicht finden kann.
- Während eines Einzelgesprächs sind keine Gruppengespräche auf der gleichen Frequenz möglich.

31.3 Notruf

Wird während eines bestehenden Funkgesprächs von einem Teilnehmer die Notruffunktion aktiviert, sendet das Gerät die Notrufsignalisierung auf einem weiteren Zeitschlitz (Zeitschlitz 3).

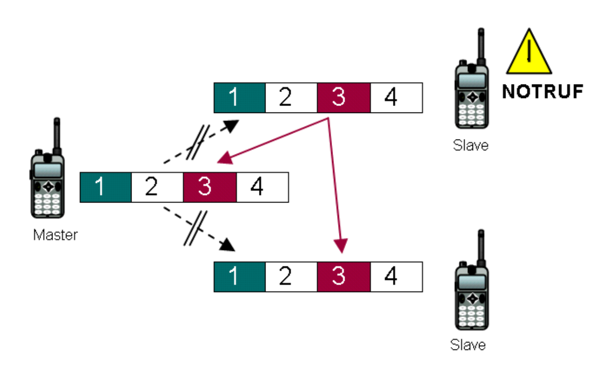


Abb. 101 Unterbrechung eines Funkgesprächs durch Notruf

Wie sich die Geräte beim Betätigen des Notrufs verhalten, ist abhängig von der Programmierung. Möglich ist beispielsweise, dass bestehende Gespräche durch einen Notruf unterbrochen werden.

In der Regel wird die ISSI des Teilnehmers, der den Notruf betätigt, übertragen. So ist eine Identifikation des Teilnehmers, der den Notruf ausgelöst hat, auch möglich, wenn keine Sprechverbindung zustande kommt. In Verbindung mit einem GPS-Modul kann die aktuelle Position des Teilnehmers übermittelt werden.

Aufgrund der Vielzahl an möglichen Programmierungen ist das Geräteverhalten bei Auslösung des Notrufes in jedem Fall standortspezifisch zu betrachten und den Teilnehmern zu erklären.

31.4 DMO Repeater

Ein Repeater ist vergleichbar mit einer Relaisstelle im analogen BOS-Funk. Einige Teilnehmer werden Repeater ebenso von Drahtlos-Netzwerken (WLAN) kennen, wo sie ebenfalls zur Reichweitenverlängerung genutzt werden.

Im digitalen BOS-Funk können Repeater überall dort eingesetzt werden, wo die Reichweiten der Funkgeräte eingeschränkt sind. Dies kann z.B. in Gebäuden oder aber bei großräumigen Einsatzstellen der Fall sein.

Alle Funkgeräte (HRT und MRT) sind herstellerseitig für den Gebrauch als Repeater vorgesehen. Ob ein Gerät als Repeater auch genutzt werden kann, ist wiederum abhängig von der gerätespezifischen Programmierung.

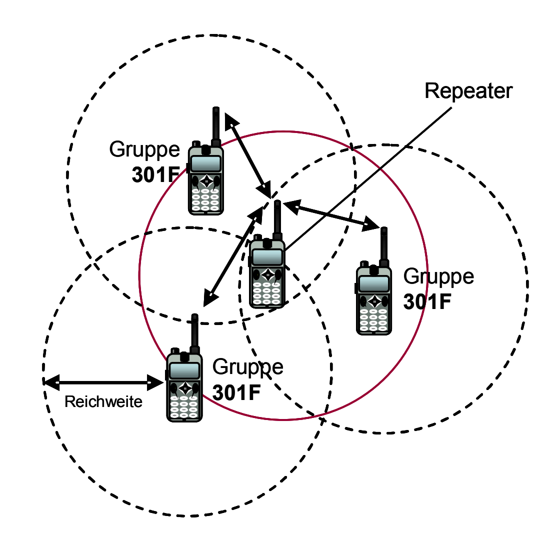


Abb. 102 Reichweitenverlängerung durch Repeater

Ein Repeater im DMO sendet bei Inbetriebnahme ein Präsenzsignal. Allen Geräten, die sich in der ent-

sprechenden Gruppe befinden und in Reichweite des Repeaters sind, wird die Präsenz des Repeaters im Display angezeigt.
Der Repeater empfängt Funkgespräche im Zeitschlitz 1 und leitet sie im Zeitschlitz 4 weiter.

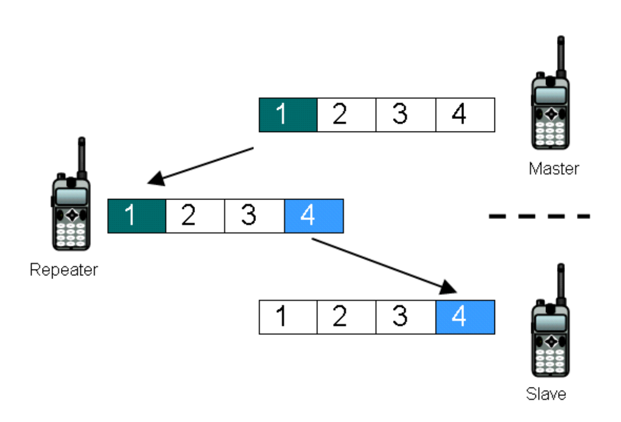


Abb. 103 Zeitschlitzverfahren beim Repeater

Je nach standortspezifischer Programmierung kann ein Gerät als Standardrepeater oder als Repeater mit Gesprächsteilnahme fungieren. Standardrepeater nehmen nicht selbst an Gesprächen teil, die über sie weitergeleitet werden.
Alle Geräte, die sich in Reichweite des Repeaters befinden, synchronisieren sich auf diesen. Für die Praxis ergibt sich hieraus eine wichtige Erkenntnis:

In einer DMO Gruppe, in der ein Repeater geschaltet ist, ist das Senden und Empfangen in dieser Gruppe nur von Geräten möglich, die den Repeater auch empfangen (Displayanzeige)!

Teilnehmer außerhalb der Reichweite des Repeaters, erhalten ein Besetztzeichen, obwohl sie in der gleichen Gruppe und auf der gleichen Frequenz arbeiten.

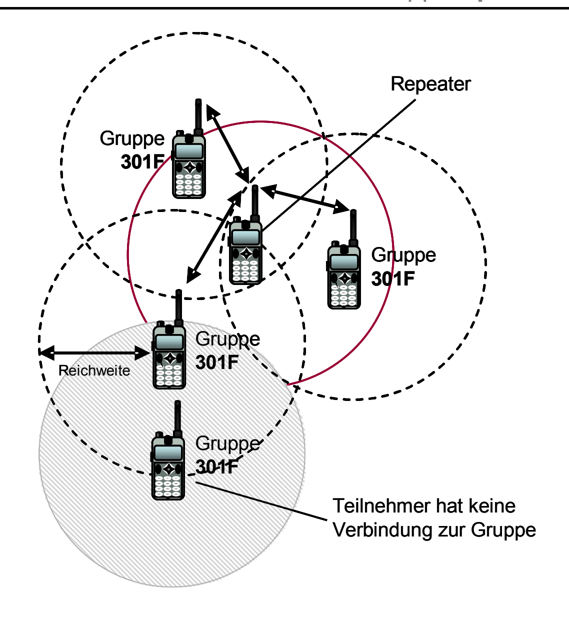


Abb. 104 Repeaterbetrieb an großflächigen Einsatzstellen

31.4.1 Zusammenspiel Gateway und Repeater

Kurz gesagt, Gateway und Repeaterbetrieb in einer Benutzergruppe vertragen sich nicht. In der Praxis ist die Reichweite von MRT mit 10W Sendeleistung so groß, dass kein zusätzlicher Repeater benötigt wird. Der Betrieb eines Repeaters wird in der Regel nur dort stattfinden, wo eine Überleitung ins Netz nicht notwendig oder nicht gewollt ist (Einsatzstellenfunk).

Gerätekunde

Im Digitalfunk eingesetzte Funkgeräte müssen nach dem europäischen TETRA-25-Standard des ETSI[80] zugelassen sein.
Das ETSI definiert allgemeine Standards für das TETRA Netz. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass sämtliche Netzkomponenten und Endgeräte auch herstellerübergreifend problemlos zusammenarbeiten. Ähnlich der Spezifizierung durch die Technischen Richtlinien im analogen BOS-Funk, gibt es auch im Bereich TETRA Anforderungen an BOS-Endgeräte, die über den Standard des ETSI hinausgehen. Durch die BDBOS wurden Interoperabilitätsprofile für Endgeräte zur Nutzung im BOS-Digitalfunknetz erstellt, die diese Anforderungen beschreiben. Neben der Gerätetechnik stellen diese Anforderungen sicher, dass es auch durch Softwareveränderungen bzw. Updates keine Kompatibilitätsprobleme geben wird. Veränderungen von Leistungsmerkmalen bei bereits zertifizierten Geräten machen unter Umständen eine neue Zertifizierung erforderlich. Von der BDBOS wird eine Hardwarekomponente zur Verschlüsselung gesendeter Daten gefordert, die über die bereits im TETRA Netz bestehende Verschlüsselung hinaus geht.
Die technische Überprüfung der Einhaltung der Leistungsmerkmale von Endgeräten im Digitalfunk kann durch eine akkreditierte Prüfstelle innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes oder durch die BDBOS selbst stattfinden.
Im digitalen BOS-Sprachgebrauch werden drei Arten von Funkgeräten unterschieden:

Gerätetypen	
Handfunkgeräte	HRT Handheld Radio Terminal
Mobilfunkgeräte	MRT Mobile Radio Terminal
Festeingebautegeräte	FRT Fixed Radio Terminal

Tab 27 Gerätetypen

Jedes Endgerät muss über eine individuelle Geräteadresse, die TETRA Equipement Identity (TEI) verfügen, die beim Einbuchen des Endgerätes ins Netz übertragen wird und zur Identifizierung des Endgerätes unabhängig von einer Teilnehmeradresse und einer OPTA durch das Netzmanagement verwendet werden kann.

Die folgende Auflistung enthält einige Anforderungsmerkmale, die an Digitalfunkgeräte gestellt werden:

BEDIENERFÜHRUNG

- Bedienerführung in deutscher Sprache über selbsterklärende Symbolik
- möglichst einheitliche und einfache Menüführungen bei HRT und MRT
- geringe Anzahl von Menüebenen

BETRIEBSPARAMETER

- Betriebsparameter und Programmierungen sowie nutzerspezifische Einstellungen müssen auch bei Trennung von der Energieversorgung sowie nach dem Aus-/Einschalten erhalten bleiben.

BETRIEBSARTEN

- TMO und DMO
- Einzelruf[81] und Gruppenruf
- Telefonie
- Notruf (auch im DMO mit Priorität)
- SDS

Aufgrund der Leistungsvielfalt im digitalen BOS-Funk (ca. 4000 programmierbare Funktionen und Berechtigungen), können hier nur Standardfunktionen beschrieben werden, die so oder in ähnlicher Form bei allen Funkgeräten zur Anwendung kommen. Es ist in jedem Fall unumgänglich, sich mit den Funktionen und den Berechtigungen der Geräte am eigenen Standort auseinanderzusetzen und diese, soweit notwendig, zu demonstrieren.

80 ETSI (European Telecommunication Standards Institute) ist ein gemeinnütziges Institut mit dem Ziel, europaweit einheitliche Standards im Bereich der Telekommunikation zu schaffen.

81 Kann durch die Vergabe von Berechtigungen über das Netz oder im Gerät eingeschränkt werden.



Abb. 105 Angabe der individuellen Geräteadresse (TEI)

32 Handfunkgeräte [HRT]

Neben den allgemeinen Anforderungen an Funkgeräte im Digitalfunk, werden an Handfunkgeräte zusätzlich Anforderungen gestellt, die dem Verwendungszweck angepasst sind.
So müssen die Geräte beispielsweise in einem Temperaturbereich von -20°C bis +55°C volle Funktionsfähigkeit gewährleisten und das Gehäuse muss der Schutzart IP54 entsprechen.

32.1 Einstellen ergonomischer Parameter

Digitalfunkgeräte bieten eine Fülle von Informationen auf einem verhältnismäßig kleinen Display. Um das Arbeiten mit den Geräten zu erleichtern, kann eine Vielzahl ergonomischer Parameter, je nach Berechtigung und Programmierung, eingestellt werden:

- Hintergrundbeleuchtung
- Displaykontrast
- Schriftgröße
- Drehen des Displays um 180°
- Warntöne / akustische Signale
- Lautstärke

32.2 BOS-Sicherheitskarte

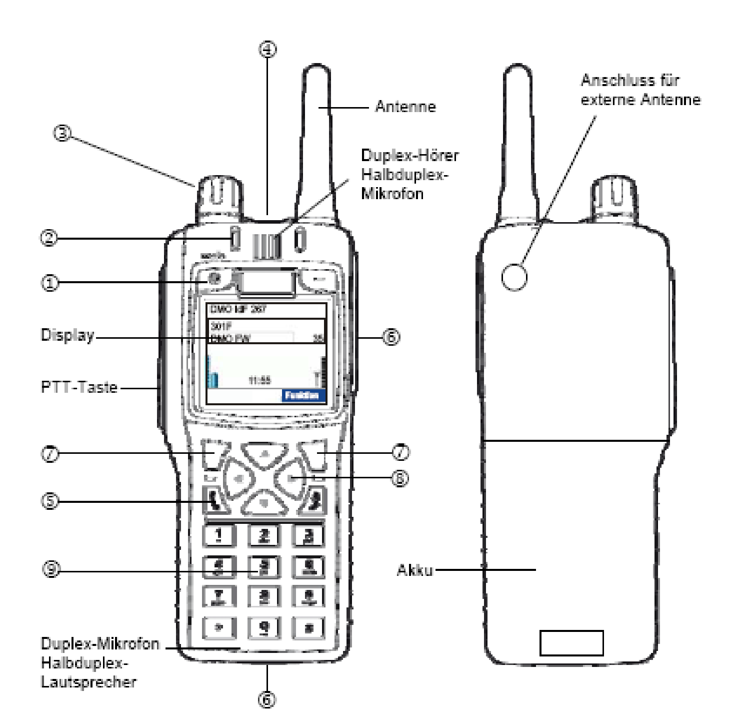
Voraussetzung für den Betrieb eines digitalen Sprechfunkgerätes ist eine personalisierte BOS-Sicherheitskarte. Hierfür verfügen die Geräte über einen Kartenslot, der sich in der Regel, wie bei einem Mobiltelefon, im Akkufach befindet.



Abb. 106 Kartenslot für BOS-Sicherheitskarte

Ausführung **mit** Ziffernblock

Ausführung **ohne** Ziffernblock





① **Ein/Aus-Schalter / Modus Taste**
Die Mode Taste wird neben der Funktion als Ein-/Ausschalter für die Auswahl der Gesprächsgruppe verwendet.

② **Dreifarbige LED**
Beim Senden leuchtet die LED rot, beim Empfangen grün. Für weitere Anwendungen steht die Farbe gelb zur Verfügung. Die Farbzuordnung kann kundenspezifisch eingestellt werden.

③ **Multifunktionsdrehregler**
Zum Einstellen der Lautstärke und Auswahl einer Gesprächsgruppe in Verbindung mit der Modustaste.

④ **Notruftaste**
Langes Drücken der Taste (ca. 2 Sekunden) bewirkt die Aussendung eines Notrufsignals.

⑤ **Hörer Abnehmen Taste**
Zur Anrufaufgabe bzw. Anrufannahme von Einzelrufen die im Duplexmodus geführt werden sollen.

⑥ **Zubehöranschluss**
Für Audiozubehör (z.B. Headsets), Autoadapter und Ladegeräte.

⑦ **Multifunktionstasten**
Dieses Tasten können mit verschiedenen Funktionen belegt werden. Die Funktion wird im Display angezeigt.

⑧ **Navigationstasten**
Zum Bewegen zwischen den Menüebenen (hoch/runter) und zum Bewegen zwischen den Optionen derselben Ebene (links/rechts).

⑨ **Alphanumerische Tastatur**

Abb. 107 Bedienelemente HRT

32.3 Displayanzeige

Vergleichbar mit der Vielfalt im Bereich der Mobiltelefone, unterscheiden sich auch die Displayanzeigen und Symbole bei Digitalfunkgeräten, je nach Hersteller und Programmierung. Letztendlich werden aber bei allen Geräten die gleichen Informationen angezeigt, wie sie in Abbildung 104 zu sehen sind.

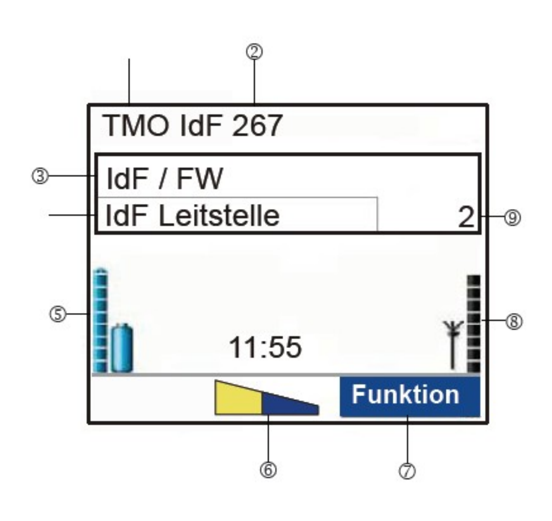


Abb. 108 Display HRT

① **Betriebsmodus**
Anzeige von TMO, DMO oder Repeater.

② **Bezeichnung des Gerätes**
Hier beispielhaft „IdF 267".

③ **Benutzergruppe**
Hier beispielhaft „IdF / FW".

④ **Ordner**
Zeigt den Ordnernamen in dem sich die Benutzergruppe befindet.

⑤ **Akkukapazität**
Zeigt die verbleibende Akkukapazität an.

⑥ **Lautstärke**
Wird, je nach Software, nicht permanent, sondern nur beim Verstellen der Lautstärke angezeigt.

⑦ **Anzeige für Multifunktionstaste**
Zeigt die für die Multifunktionstasten (links und rechts) programmierte Funktion an.

⑧ **Signalstärle**
Zeigt im Betriebsmodus TMO die Signalstärke des TETRA-Netzes an. Im Betriebsmodus DMO entfällt die Anzeige der Signalstärke.

⑨ **Gruppenschnellwahlnummer**
Zeigt die einer Gruppe zugeordnete Schnellwahlnummer an.

32.4 Hygiene

Das Reinigen der Funkgeräte und insbesondere der Helmsprechgarnituren nach einem Einsatz sollte selbstverständlich sein. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass eine Reinigung nur nach den Vorgaben des Herstellers (Betriebsanleitung) durchgeführt werden darf. Das Eintauchen der Geräte in Desinfektionslösungen muss in jedem Fall unterbleiben, da dies zu irreparablen Schäden führen kann!

32.5 Akkumulatoren

Digitalfunkgeräte verwenden in der Regel moderne, leistungsfähige Lithium-Ionen oder Lithium-Polymer –Akkumulatoren.



Abb. 109 Typenschild Akkumulator

32.5.1 Lithium-Ionen-Akku (Li-Ionen), Lithium-Polymer-Akku etc.

Modernere Akkutypen, wie z.B. Lithium-Ionen- oder Lithium-Polymer-Akkumulatoren weisen eine wesentlich höhere Leistung auf, als z.B. Ni-MH-Akkus. Schwierigkeiten bereiten hier die relativ kleinen Temperaturbereiche. Insbesondere bei Minusgraden verlieren diese Akkumulatoren sehr schnell an Leistung.

32.5.2 Kapazität

Die Energiemenge, die ein Akku bereitstellt, bezeichnet man als Kapazität. Sie wird in Amperestunden (Ah) oder Milliamperestunden (mAh) angegeben.

Ein Akku mit 2500 mAh kann z.B. 2500 mA eine Stunde lang abgeben oder aber 250 mA über 10 Stunden.

32.5.3 Akkupflege

Akkumulatoren entladen sich auch bei Nichtbenutzung selbst (Li-Ionen und Li-Polymer ca. 30%/Monat), wobei die Umgebungstemperatur und die Akkukapazität einen hohen Einfluss auf die Entladungsrate haben. Lithium-Ionen und Lithium-Polymer-Akkumulatoren sind von der Pflege her sehr anwenderfreundlich. Da sie keinen ausgeprägten

Memory-Effekt besitzen und in der Regel „intelligente" Ladegeräte eingesetzt werden, muss bei der Wiederaufladung keine Rücksicht auf den Ladezustand genommen werden.

33 Mobilfunkgeräte [MRT]

Mobilfunkgeräte finden überwiegend Anwendung als Festeinbau in Fahrzeugen. Sie sind von der Bedienung und Menüstruktur her vergleichbar mit Handfunkgeräten, bieten aber von der Gerätetechnik umfangreichere Möglichkeiten.
Neben der deutlich höheren Sendeleistung (10 Watt) verfügen Mobilfunkgeräte zusätzlich zum TMO-, DMO- und Repeater-Modus über die Möglichkeit einer Gateway-Schaltung. Das bedeutet, dass mit Hilfe des Mobilfunkgerätes Gespräche aus dem DMO in das TETRA-Netz übergeleitet werden können.
Für die Übergangsphase, in der Analog- und Digitalfunk noch für einige Zeit parallel betrieben werden, gibt es Mobilfunkgeräte, die beide Techniken vereinen und somit platzsparend eingebaut werden können.
Darüber hinaus bieten Mobilfunkgeräte umfangreiche Anschlussmöglichkeiten für externe Bedienteile, Freisprecheinrichtungen und Mikrofone.



Abb. 110 Bedienteil MRT



Abb. 111 Kombigerät für Digital- und Analogfunk

MRT können genau wie HRT mit GPS-Modulen ausgestattet werden. Diese Module dienen der Übermittlung der Position des Gerätes an andere Teilnehmer oder aber zur eigenen Positionsfeststellung. Die Positionsübermittlung kann sowohl über die Funkschnittstelle von der Leitstelle aus, als auch vom Teilnehmer selbst, z.B. durch Auslösen des Notrufs, aktiviert werden. Auch hier gilt, wie bei allen anderen Leistungsmerkmalen des Digitalfunks, dass das Geräteverhalten abhängig von der jeweiligen Programmierung ist.

33.1 Leitstellenarbeitsplatz

In der ersten Migrationsstufe wird die Leitstelle über die Funkschnittstelle an das Netz angebunden sein. Der Leitstellenarbeitsplatz kann mehrere Funkgeräte fernbedienen. Da diese Geräte stationär betrieben werden, spricht man auch von FRT (Fixed Radio Terminals).[Siehe Abbildung 113]

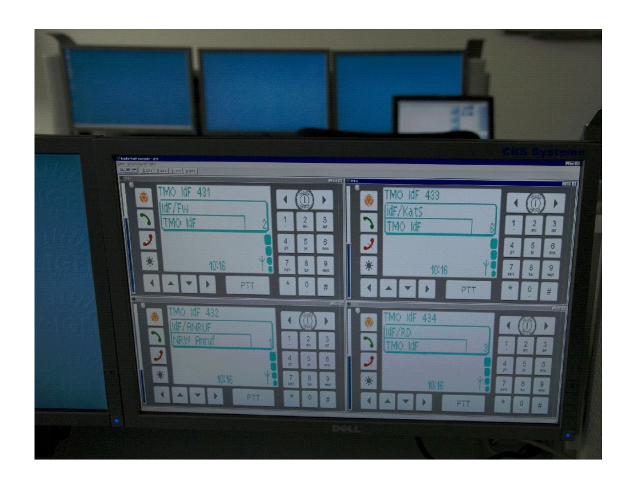


Abb. 112 Leitstellenarbeitsplatz

In der zweiten Ausbaustufe wird die Leitstelle über die Leitstellenschnittstelle LS1-3 direkt mit einer DXTip verbunden. Je nach Berechtigung können in einer Leitstelle Grundfunktionen der Kommunikation bis hin zu Funktionen des Nutzereigenen Managements übernommen werden.



Abb. 113 Fixed Radio Terminal (FRT)

Sprechfunkausbildung

Glossar

A	
4-fach Vordruck	Siehe Nachrichtenvordruck.
Abwärtsstrecke	Siehe Downlink.
Adresse, Endgeräte	Technische Adresse, die ein Endgerät eindeutig identifiziert. Sie wird vom Endgerätehersteller dem jeweiligen Gerät zugeordnet.
Adresse, operativ-taktische (OPTA)	Eine operativ-taktische Adresse dient der eindeutigen Identifizierung eines Teilnehmers. Sie enthält Zusatzinformationen (z.B. den Funkrufnamen oder die Funktionszuordnung) zu diesem Teilnehmer und wird bei der Personalisierung in einer KVMS auf der BOS-Sicherheitskarte hinterlegt.
Adresse, technische	Eine technische Adresse bezeichnet die eindeutige logische Beziehung, die einen Teilnehmer innerhalb der Menge aller Teilnehmer identifizierbar macht.
Adressierung	Adressierung bezeichnet die Identifizierung eines Teilnehmers anhand einer technischen Adresse.
Air-Ground-Air-Communication (AGA)	Luft-Boden-Luft-Kommunikation; bestimmte Trägerfrequenzen werden nur für Luftfahrzeuge freigehalten.
Air Interface	Siehe Luftschnittstelle.
Alarmempfänger	Ein Alarmempfänger ist ein für die Alarmierung geeignetes Endgerät. Es wird zwischen aktiven Alarmempfängern (mit Quittierung) und passiven Alarmempfängern (nur Empfang) unterschieden.

Alarmgruppe	Unter einer Alarmgruppe wird die technische Zusammenfassung von zwei oder mehr Alarmempfängern verstanden. Alle Alarmgruppen werden voreingestellt, d.h. sie werden über das Nutzereigene Management definiert und verwaltet. Eine Alarmgruppe ist über eine eindeutige technische Adresse erreichbar.
Alarmierung	Die Alarmierung dient dem Zusammenrufen von Einsatzkräften. Dies kann per Telefon, Hausdurchsage, Sirene, Funk oder Funk-Melde-Empfängern (siehe auch FME, Digitale Funkalarmierung, POCSAG) geschehen.
Alarmierung, passive	Der Alarmempfänger gibt keine Rückmeldung über den Empfang einer Nachricht. Er besitzt keine Sendefunktionalität.
Amplitude	Maximale Auslenkung einer sinusförmigen Wechselgröße. Im physikalischen Kontext wird der Zusammenhang durch physikalische Größen wie beispielsweise eine Wechselspannung und deren Verlauf über der Zeit oder über dem Ort ausgedrückt.
Amplitudenmodulation	Modulationsverfahren (siehe Modulation) bei dem die Amplitude einer hochfrequenten Trägerwelle abhängig vom zu übertragenden, niederfrequenten Nutzsignal verändert wird.

Analoge Funkalarmierung	Alarmierung von Funkmeldeempfängern (FME), die ununterbrochen auf einer festgelegten Frequenz empfangen und bei Empfang eines definierten Codes (üblicherweise 5-Ton-Folge) aktiviert werden.
Analogsignal	Als Analogsignal wird ein Signal bezeichnet, wenn dessen die Information tragende Parameter, z. B. der Augenblickswert, kontinuierlich jeden Wert stufenlos zwischen einem Minimum und einem Maximum annehmen kann.
Anmeldeverzögerung	Zeitdauer des Anmeldevorgangs eines Endgerätes in das BOS-Digitalfunknetz.
Antennengewinn	Wert, der ausdrückt, um wie viel stärker eine Antenne gegenüber einer rundstrahlenden Bezugsantenne in der Hauptstrahlung wirkt.
Antennenumschalter	Verbindet die Antenne eines Funkgerätes im Ruhezustand mit dem Empfänger und beim Betätigen der Sendetaste mit dem Sender.
Antennenweiche	Verbindet die Antenne eines Funkgerätes gleichzeitig mit Sender und Empfänger.
ATEX	Abkürzung für „Atmosphère explosible". Europaweiter Standard für Produkte, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.

Aufwärtsstrecke	Siehe Uplink.
Autorouting	Begriff aus der GPS-Navigation. Bezeichnet die Zielführung auf der Strasse mit oder ohne Sprachansagen.
Authentifizierung	Bestimmung der Identität eines Nutzers, einer Person, eines Endgerätes oder eines Netzelementes anhand eines bestimmten Merkmales.
Authorisierte Stelle	Einrichtung auf Landesebene, die den Betrieb des Digitalfunknetzes des jeweiligen Bundeslandes überwacht, verwaltet und koordiniert.
Azimut (Winkelbez.)	Der Winkel der Antenne zwischen rechtweisend Nord und der betrachteten Richtung zum Zielobjekt in der Horizontalebene.
Äquivalente Strahlungsleistung (ERP)	Produkt aus der Leistung, die der Antenne zugeführt wird und ihrem Gewinn, bezogen auf einen Halbwellendipol, in einer gegebenen Richtung.
Äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP)	Produkt aus der Leistung, die der Antenne zugeführt wird, und ihrem Gewinn in einer gegebenen Richtung, bezogen auf eine isotrope Antenne (isotroper oder absoluter Gewinn)
B	
Backbone	Verbindender Kernbereich des TETRA-Netzes, in dem die zur Selbstorganisation des Netzes notwendigen Daten und die Kommunikationsdaten des Nutzers übertragen werden.

Bandbreite	Bezeichnet einen Frequenzbereich, in dem eine Übertragung möglich ist. Dieser Bereich wird durch eine Maximalfrequenz bestimmt, mit der ein Signalwechsel möglich ist.
Bandlage	Im Duplex- und im Semi- oder Halbduplexbetrieb werden zwei Frequenzen (Sende- und Empfangsfrequenz) benutzt. Diese werden als Ober- und Unterband bzw. als Down- und Uplink bezeichnet. Die an einem Analogfunkgerät eingestellte Bandlage kennzeichnet die Sendebandlage.
Basisstation	Sendemast/Funkturm der über eine oder mehrere Sende-/Empfangseinrichtungen verfügt, die jeweils eine Funkzelle versorgen.
BDBOS	**B**undesanstalt für den **D**igitalfunk der **B**ehörden und **O**rganisationen mit **S**icherheitsaufgaben zur einheitlichen Wahrnehmung der Interessen von Bund, Kommunen und Ländern bei der Verwaltung und dem Betrieb des digitalen BOS-Funks.
Bedingtes Gegensprechen (bG)	Betriebsart bei der zwei Bandlagen (Ober- und Unterband) verwendet werden, aber entweder aufgrund einer fehlenden Antennenweiche im Funkgerät oder bei Nutzung eines Relais nur wechselseitiges Sprechen möglich ist (auch Halb-oder Semi-Du-

	plex).
Betrieb-Duplex (Gegensprechen)	Betriebsart, bei der die Übertragung gleichzeitig in beiden Richtungen einer Telekomunikationsverbindung möglich ist; Duplex-Betrieb erfordert allgemein zwei Frequenzen für eine Funkverbindung.
Betrieb-Semi-Duplex (bedingter Gegenverkehr)	Betriebsart mit Simplex-Betrieb an einem Ende und Duplex-Betrieb am anderen Ende einer Telekommunikationsverbindung; Semi-Duplex-Betrieb erfordert allgemein zwei Frequenzen für eine Funkverbindung.
Betrieb-Simplex (Wechselsprechen)	Betriebsart, bei der die Übertragung abwechselnd in beide Richtungen einer Telekommunikationsverbindung ermöglicht wird; Simplex-Betrieb kann mit einer oder zwei Frequenzen durchgeführt werden.
Betriebsart	Betriebsarten sind von den technischen Möglichkeiten abhängige Verfahren des Nachrichtenaustausches (siehe auch Simplex, Halbduplex, Duplex).
Betriebsworte	Einheitliche Sprache für das Abfassen von Funksprüchen. (Siehe auch DV 810)
Bit	Kleinste elektronische Speichereinheit. Es kennt nur zwei Zustände: 0 oder 1, An oder Aus, Ja oder Nein. 8 Bit ergeben ein Byte.
Blinder Anruf	Aufgabe einer Nachricht über Funk, ohne das sich die Gegenstelle meldet.
Blitz-Nachricht	Kennzeichnung sehr

	dringender Nachrichten. Bestehender Funkverkehr wird unterbrochen.
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben.
BOS-Funkrichtlinie	Neufassung der Meterwellenfunk-Richtlinie BOS. Enthält Bestimmungen für Frequenzzuteilungen zur Nutzung für das Betreiben von Funkanlagen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. Erweiterung für den Frequenzbereich im Digitalfunk durch die BOS-Funkrichtlinie Digitalfunk im Jahr 2006.
BOS-Sicherheitskarte	Auf einer BOS-Digital-Sicherheitskarte (ähnlich einer SIM-Karte für Mobiltelefone) werden der Netzzugang, die Verschlüsselung, die Datenspeicherung und die OPTA gespeichert. Sie dient der kryptologischen Veränderung der Daten, so dass diese auf der Funkstrecke und im Daten- und Telefonnetz nicht abgehört werden können. Ohne diese Karte kann kein Funkgerät im Netz betrieben werden.
BRG	**B**ea**r**in**g** (Peilung). Richtungsangabe bei Verwendung eines GPS. Gibt die Richtung von der aktuellen Position zum Zielpunkt an.
Bündelfunk	Mobilfunkanwendung für Sprach- und Datenübertragung mit einer oder mehreren Funkzellen. In jeder

	Zelle sind mehrere Übertragungsfrequenzen verfügbar, die dynamisch zugewiesen werden, wenn ein Verbindungswunsch signalisiert wird.
Byte	Speichereinheit. 1 Byte besteht aus 8 Bit (siehe Bit).
C	
Chiffrierung	Verschlüsselung von Daten mithilfe eines mathematischen Verfahrens und eines Schlüssels, so dass die Daten gegen unberechtigte Einblicke und Verwendung geschützt sind.
D	
Datendienst	Dienst des BOS-Digitalfunknetzes, der es den Nutzern ermöglicht Daten auszutauschen.
Datenübertragungsrate	Bezeichnet die digitale Datenmenge, die innerhalb einer Zeiteinheit über einen Übertragungskanal übertragen wird. Umgangssprachlich auch „Verbindungsgeschwindigkeit“.
Demodulation	Trennung der niederfrequenten Sprachsignale von der hochfrequenten Trägerwelle im Empfangsgerät.
DGNA	**D**ynamic **G**roup **N**umber **A**ssignment. Siehe Gruppenbildung, dynamische.
Dynamic Group Number Assignment. Siehe Gruppenbildung, dynamische.	Bezeichnung für Verfahren, die mit Hilfe von Referenzstationen die Genauigkeit der GPS-Navigation bis in den Zentime-

	terbereich steigern können.
Digitale Alarmumsetzer (DAU)	Ortsfeste Sende-/Empfangsfunkanlagen in Funknetzen zur digitalen Alarmierung, die zugeführte Daten oder von ihrem Empfangsteil aufgenommene Funkaussendungen eines anderen DAU aufbereiten, Zusatzinformationen einfügen und zum Empfang durch weitere DAU, Digitale Meldeempfänger (DME) und Digitale Sirenensteuerempfänger (DSE) aussenden, sowie eigene Fernwirkausgänge steuern.
Digitale Funkalarmierung	Alarmierung innerhalb eines bestimmten Gebietes mit einem oder mehreren Digitalen Alarmumsetzern zur Übertragung von Fernwirksignalen und Daten. Sie dient der Alarmierung von Einsatzkräften. Die Digitale Funkalarmierung ist **kein** Bestandteil des digitalen TETRA-Funknetzes.
Digitale Meldeempfänger (DME)	Siehe Funkmeldeempfänger.
Direktbetrieb	Siehe DMO.
Direktmodus	Siehe DMO.
Direct Call	Siehe Einzelruf.
Dispatcher Stations	Einsatzleitstellen der BOS.
DMO	**D**irect **M**ode **O**peration. Netzunabhängige Betriebsart im Digitalfunk. Funkgeräte kommunizieren in dieser Betriebsart ohne Netzinfrastruktur.
DMO-Repeater	Endgerät, welches die

	Reichweite von Funkgeräten im DMO vergrößert.
DOP	**D**ilution **o**f **P**recision (Verschlechterung der Präzision). Fehler bei der Positionsbestimmung mittels GPS durch ungünstigen Winkel zwischen Satellit und Empfänger.
Doppelbedienteil	Spezielles Bedienteil für Mobilfunkgeräte, dass die Bedienung von zwei Sende-/Empfangsteilen für verschiedene Netze ermöglicht (z.B. 2m/4m oder 4m/TETRA).
Downlink	Funkübertragungsstrecke zwischen einer sendenden Basisstation und einem empfangenden Endgerät.
DTK	**D**esired **T**rac**k** (Sollkurs). Richtungsangabe bei Verwendung eine GPS. Gibt die Richtung von der Ausgangsposition (nicht aktuelle Position!) zum Zielpunkt an.
Dual Watch	Betriebsart von Endgeräten, die die gleichzeitige Nutzung der Betriebsarten DMO und TMO ermöglicht.
Duplex	Betriebsart von Endgeräten, die die gleichzeitige Nutzung der Betriebsarten DMO und TMO ermöglicht und beide Bänder nutzt.
Duplexabstand	Abstand durch den zwei Frequenzen, die einem Kanal zugeordnet sind (Duplexkanal,) im Frequenzband getrennt sind.
DV 100/102	Dienstvorschrift, die

	die Führungsorganisation, den Führungsvorgang und die Führungsmittel erläutert und festlegt.
DV 810.3	Dienstvorschrift, die einheitliche Regelungen für die Durchführung des Sprechfunkdienstes der BOS trifft.
DXTip	**D**igital E**x**change for **T**ETRA. ip steht für **I**nternet **P**rotocol. Vermittlungsstelle zur Weiterleitung von Kommunikations- und Steuerdaten im Digitalfunknetz. Des Weiteren übernehmen die Vermittlungsstellen die Verwaltung der Teilnehmer und Teilnehmergruppen.
DXTTip	**D**igital E**x**change for **T**ETRA, **T**ransit. ip steht für **I**nternet **P**rotocol. Transitvermittlungsstellen für die Weitverkehrsebene. Sie verbinden mehrere DXTip miteinander.
Dynamische Gruppenbildung	Siehe Gruppe, dynamische.
E	
EA1-Schnittstelle	Leitstellenschnittstelle zur Übertragung von Sprache.
EA2-Schnittstelle	Leitstellenschnittstelle zur Übertragung von Daten.
Einzelruf	Gezielter Gesprächsaufbau von/zu einem Teilnehmer. Dieser kann im Netz, je nach Berechtigung, sowohl in der Betriebsart Semiduplex, als auch in der Betriebsart Duplex getätigt werden.
Elektromagnet-	Fähigkeit einer elek-

ische Verträglich-keit (EMV)	trischen Einrichtung in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung unzulässig zu beeinflussen.
Emergency Call	Siehe Notruf.
Ende-zu-Ende-Verschlüsselung	Verschlüsselungsverfahren, bei dem die Ver- bzw. Entschlüsselung an den Enden einer Kommunikations- beziehung vorgenommen wird.
Endgerät	Gerät mit dem Kommunikationsdienste des BOS-Funks durch einen Teilnehmer genutzt werden können.
ETA	**E**stimated **T**ime of **A**rrival (geschätzte Ankunftszeit). Begriff der in der GPS-Navigation verwendet wird.
ETRS89	**E**uropäisches **T**errestrisches **R**eferenzsystem 19**89**. Einheitliches Bezugssystem für europäische Geodaten, das eine mittlere Genauigkeit von Koordinaten im Millimeter- bereich ermöglicht (Vergleiche WGS 84).
ETS	**E**uropäischer **T**elekommunikations **S**tandard.
ETSI	**E**uropean **T**elecommunication **S**tandards **I**nstitute. Gemeinnütziges Institut mit dem Ziel, europaweit einheitliche Standards im Bereich der Telekommunikation zu schaffen. Zuständig für europäische Normung im Bereich Telekommunikation.
F	

Fehlerstromschutz-schalter	Schutzeinrichtung in Stromnetzen. Schützt gegen das Bestehenbleiben eines unzulässig hohen Berührungs- stroms. In der EU lautet die Fachbezeichnung „RCD“ (Residual Current protective Device oder Reststromschutz-gerät).
Fernmeldeskizze, taktische	Darstellung von Fernmeldestellen, Fernmeldeverbindungen und Funkkanälen oder -gruppen. Sie dienen taktischen Führern (z.B. Leiter des Stabes, Fachberatern, Einheitsführern) als Funkarbeitsunterlage
Fernmeldeskizze, technische	Darstellung sämtlicher technischer und betrieblicher Strukturen
FI-Schalter	Allgemeiner Sprachgebrauch für die Bezeichnung eines Fehlerstromschutzschalters (s. o.). F steht für Fehler, I als Zeichen für den elektrischen Strom.
Fixed Radio Terminal (FRT)	Ortsfestes digitales Funkgerät (Feststation)
Fleetmapping	Organisation der Benutzergruppen im digitalen BOS-Funk.
FuG	Abkürzung für **Fu**nk**g**erät.
FuG 8-Reihe	Mobilfunkgeräte für die Verwendung im 4-Meter-Band.
FuG 9-Reihe	Mobilfunkgeräte für die Verwendung im 2-Meter-Band.
FuG 11b	Handfunkgerät für die Verwendung im 2-Meter-Band.

FuG 13b	Handfunkgerät für die Verwendung im 4-Meter-Band.
Funkalarmierung	Siehe Digitale Funkalarmierung und Analoge Funkalarmierung.
Funkanlage	Sende- und Empfangsfunkanlage einschließlich Antenne, Bediengerät mit Hör- und Sprechmöglichkeit, Stromversorgung und erforderlichen Zusatzeinrichtungen.
Funkdienst, Fester	Funkdienst zwischen bestimmten festen Punkten.
Funkmeldeempfänger (FME)	Tragbarer Funkempfänger zum Zwecke der Alarmierung von Personen oder der Nachrichtenübermittlung an Personen. Man unterscheidet analoge FME, die im 4-Meter-Band alarmiert werden, und digitale FME (auch DME, Digitale Meldeempfänger), die im 2-Meter-Band alarmiert werden.
Funkmeldesystem (FMS)	Übertragung digitaler Kurztelegramme anstelle analoger Sprache für definierte taktische Standardmeldungen (z.B. Status 4 für Einsatzstelle an) und Anordnungen (z.B. J für Sprechaufforderung).
Frequenz	Anzahl der Schwingungen einer Welle pro Zeiteinheit. Die Einheit der Frequenz ist Hertz (Hz), benannt nach dem deutschen Physiker Heinrich Hertz.
Frequenzmodulation	Modulationsverfahren (siehe Modulation) bei dem die Trägerfrequenz durch das zu übertragende Signal verändert wird.

Funkanlage	Sende- und Empfangsfunkanlage einschließlich Antenne, Bediengerät mit Hör- und Sprechmöglichkeit, Stromversorgung und erforderlichen Zusatzeinrichtungen.
Funkrichtlinie	Siehe BOS-Funkrichtlinie.
Funkschnittstelle	Übertragungsweg zwischen mobilen TETRA-Endgeräten und den Basisstationen.
Funkstelle, feste	Ein oder mehrere Sender oder Empfänger oder eine Gruppe von Sendern und Empfängern, einschließlich der Zusatzeinrichtungen, die zur Wahrnehmung eines Funkdienstes an einem gegebenen Ort erforderlich sind.
Funkstelle, Mobile	Funkstelle des mobilen Landfunkdienstes mit einer oder mehreren Sprechfunkanlagen, die dazu bestimmt sind, während der Bewegung oder des Haltens an beliebigen Orten betrieben zu werden, die innerhalb der geografischen Grenzen oder eines Erdteils ihren Standort auf der Erdoberfläche verändern kann.
Funkverkehrskreis	Technisch-organisatorische Einheit des Funksystems, dass entweder feste Funkkanäle (Analogfunk) oder aber definierte Funkgruppen (Digitalfunk) für bestimmte organisatorische Einheiten beinhaltet.
Funkversorgungs-	Definiert die Funkver-

kategorie	sorgung in einem bestimmten Gebiet. Siehe GAN-Kategorie.
Funkzelle	Abgedeckter Teil des Versorgungsbereiches einer Sende-/Empfangseinrichtung einer Basisstation im TETRA-Netz.
FwDV	**F**euerwehr **D**ienst**v**orschrift. Siehe DV.
G	
GAN	**G**ruppe „**A**nforderung an das **N**etz“. Expertengruppe aus Bund und Ländern, die die Anforderungen an das Netz festgelegt und in Kategorien eingeteilt hat.
GAN-Kategorien	**GAN 1:** Handsprechfunkversorgung außerhalb von Gebäuden in Siedlungsflächen ab einer Größe von 40.000 m^2 (entspricht einer Fläche von 200 m x 200 m). Tragweise in Kopfhöhe. **GAN 2:** Versorgung mit HRT außerhalb von Gebäuden, Tragweise am Gürtel bzw. an der Schutzausstattung. **GAN 3:** Versorgung mit HRT innerhalb von Gebäuden. Tragweise in Kopfhöhe. **GAN 4:** Versorgung mit HRT innerhalb von Gebäuden. Tragweise am Gürtel bzw. an der Schutzausstattung.
Gateway	Einrichtung für Verbindungen zwischen Funkgeräten in der Betriebsart DMO und Funkgeräten, die im Netz angemeldet sind (TMO). Die DMO Ge-

	räte müssen sich dabei in Reichweite des Gateways befinden.
Gauß-Krüger-Koordinatensystem	Koordinatensystem, das mit metrischen Koordinaten (Rechtswert und Hochwert) arbeitet und sich zur Bestimmung hinreichend kleiner Flächen eignet. In Deutschland erfolgt eine Umstellung auf das UTM-Koordinatensystem.
Gebäudefunkanlage	Relaisstelle in Gebäuden zur Reichweitenverlängerung von Handfunkgeräten im Analogfunk. Handfunkgeräte müssen in der Betriebsart bedingtes Gegensprechen betrieben werden. (Siehe auch: DMO-Repeater).
Gegensprechen	Betriebsart bei der zwei Bandlagen (Ober- und Unterband bzw. Down- und Uplink) verwendet werden und gleichzeitiges Sprechen beider Teilnehmer (ähnlich Telefonie) möglich ist.
Geografisches Koordinatensystem	Koordinatensystem das anhand von Längen- und Breitengraden eine exakte Bestimmung von geografischen Punkten ermöglicht.
Gleichwellenfunknetz	Funknetz, das mit mehreren synchronisierten Relaisstellen arbeitet. Von einem Relais empfangene Signale werden nicht direkt wieder ausgesendet sondern zunächst über eine gesonderte Verbindung an eine Zentraleinheit geschickt und ausgewertet. Das beste Signal wird dann zeitgleich über alle Relaisstellen wieder ausgesendet.
GPS	**G**lobal **P**ositioning **S**ystem.

	Satelliten gestütztes Navigationssystem.
GSSI	**G**roup **S**hort **S**ubscriber **I**dentity. Kurzform der Gruppenkenn-ung ohne Ländercode und Netzwerkcode.
Gruppe	Zusammenfassung von mehreren Teil-nehmern im Digital-funk.
Gruppenbildung, dynamische	Von einem Dispat-cherplatz aus besteht die Möglichkeit Grup-pen für besondere Einsatzfälle über die Luftschnittstelle in den entsprechenden Endgeräten dyna-misch einzurichten, zu modifizieren und wieder zu löschen. (Vergleiche DGNA).
Gruppenbildung, statische	Es werden statische Gruppen in den Orga-nisationen (z.B. Poli-zei, Feuerwehr, THW, HiO) gebildet, die für eine Gebietskörper-schaft gelten.
Gruppenruf	Sprechverbindung zwischen aktiven Teil-nehmern einer Grup-pe in der Betriebsart Halb- oder Semidu-plex.
Gruppenrufnum-mer	Funkrufnummer, die der Adressierung ei-ner Gruppe für den Anwender dient. Sie wird eindeutig einer Gruppe zugewiesen.
GTSI	**G**roup **T**ETRA **S**ubscriber **I**dentity. Eindeutige Gruppenkennung mit Länder-code und Netzwerk-code.
H	
Halbduplex	Siehe bedingtes Ge-gensprechen.

Handover	Übergabe eines Ge-spräches von einer Funkzelle an die Nächste.
Hertz (Hz)	Einheit der Frequenz (f) in Schwingungen pro Sekunde. 1 Hz = 1/s
HLR	**H**ome **L**ocation **R**egister (Heimatregister). Hier werden alle rele-vanten Benutzerdaten gespeichert.
Hochkapazitäts-funkzelle	Funkzelle mit mindes-tens 15 Frequenzträ-gern.
HRT	**H**andheld **R**adio **T**erminal (Handfunkgerät).
I	
ISSI	**I**ndividual **S**hort **S**ubscriber **I**dentity. Teilnehmerkurzruf-nummer ohne Län-der- und Netzwerkco-de. Sie besteht aus einem 24-Bit-Code (bzw. 7 oder 8 Ziffern als Rufnummer für den Teilnehmer) und kennzeichnet ein TE-TRA-Endgerät inner-halb des Funknetzes eindeutig.
ITSI	**I**ndividual **T**ETRA **S**ubscriber **I**dentity. Eindeutige Teilneh-merkennung mit Län-der- und Netzwerkco-de. Sie besteht aus einem 48-Bit-Code. Dieser Code ist not-wendig für die An-meldung des Gerätes im Netz.
Interoperabilität	Unter Interoperabili-tät wird die Eigen-schaft eines an einem Endgerät zur Verfü-gung gestellten Dienstes des BOS-Di-gitalfunknetzes ver-standen, Ende-zu-Ende mit dem glei-chen an einem ande-

	ren Endgerät zur Verfügung gestellten Dienst zusammenarbeiten zu können. Dienste sind interoperabel, wenn sie unabhängig von der eingesetzten Systemtechnik des Funk- und des Festnetzes, von den eingesetzten Endgeräten, von den eingesetzten Betriebssystemen und von den Realisierungen und Versionsständen der eingesetzten Software-Anwendungen sind.
IP-Adresse	**I**nternet **P**rotocol. IP-Adressen erlauben eine logische Adressierung von Geräten in Netzwerken, wie z.B. dem Internet. Ein Gerät besitzt dabei mindestens eine eindeutige IP-Adresse.
IPv4	IP-Adressen der Internet Protocol Version 4. Sie erscheinen normalerweise als eine Folge von vier 8 Bit breiten Zahlen, die durch einen Punkt getrennt werden, z.B. 192.168.1.1. Die Anzahl möglicher Adressen ist auf 4 Milliarden begrenzt. Aus diesem Grund wird IPv4 durch IPv6 abgelöst.
IPv6	IP-Adressen Internet Protocol Version 6. Sie bestehen aus 128 Bit und erweitern das Adressenspektrum von IPv4 um ein Vielfaches. Aufgrund der Länge von 128 Bit werden die Adressen im Hexadezimalcode geschrieben. Die einzelnen Blöcke werden nicht mehr mit Punkten sondern mit Doppelpunkten getrennt. Eine Folge von 2 Nullen kann durch 2 Doppelpunkte ersetzt werden. Beispiel:

	FE80::0211:22FF:FE33:4435
K	
Kanal	Ein Kanal bezeichnet ein Frequenzpaar. Jedem Kanal sind zwei Frequenzen (Ober- und Unterband) zugeordnet.
Kanalkapazität	Gibt an wie hoch die Bitrate ist, welche über einen Übertragungskanal fehlerfrei übertragen werden kann.
Kartenwinkelmesser	Hilfsmittel zur Ermittlung von Koordinaten und zum Bestimmen von Winkeln und Himmelsrichtungen auf Karten.
Koordinaten	Gradangaben, Zahlen und/ oder Buchstabenkombinationen, die die Lage einer definierten Fläche in der Ebene oder im Raum bestimmen.
Koordinatensystem	Hilfsmittel zum Auffinden von Koordinaten. In Deutschland sind verschiedenen Koordinatensysteme gebräuchlich: Das Geografische Koordinatensystem, das Gauß-Krüger-Koordinatensystem, das UTM- und das UTMREF-Koordinatensystem.
Koordinierende Stelle	Einrichtung im Innenministerium des Landes NRW für die strategische und administrative

	Zusammenarbeit von Bund, Kommunen und Ländern
Körperschallmikrofon	Spezielles Mikrofon bei dem über eine körperseitige Membrane die Schwingungen, die von den Sprachlauten erzeugt werden, aufgefangen und mittels eines Verstärkers wieder in übertragbare Sprache umgewandelt werden. Ausführung z.B. als Schädeldecken-, Kehlkopf- oder Ohrmikrofon.
Kryptologie	Wissenschaft, die sich mit technischen Verfahren der Informationssicherheit, wie z.B. Verschlüsselung von Daten oder digitalen Signaturen, befasst.
KVMS	**K**rypto-**V**ariablen-**M**anagement-**S**tation Eine KVMS dient dazu, BOS-Sicherheitskarten dem Personalisierungsvorgang zu unterziehen, d.h. sie einer bestimmter Person oder einem Endgerät zuzuordnen. KVMS können sowohl bei berechtigten BOS-Stellen (z.B. Leitstellen), als auch bei zentralen Stellen eines Bundeslandes (autorisierte Stellen) untergebracht sein.
Kurzwahl	Leistungsmerkmal im Digitalfunk, das die Möglichkeit bietet, ein- bis zweistellige Ziffern häufig benutzten Rufnummern zuzuordnen und darüber anzuwählen.
L	
Landfunkstelle, Ortsfest	Funkstelle des mobilen Funkdienstes, die nicht dazu bestimmt ist, während der Bewegung betrieben zu werden.
Late Entry	Leistungsmerkmal im Digitalfunk, dass den nachträglichen Eintritt eines Teilnehmers in einen bestehenden Gruppenruf bezeichnet.
Leitstellenschnittstelle	Schnittstelle zur Anbindung von Leitstellen an die Vermittlungsstellen im BOS-Digitalfunknetz.
Luft-Boden-Luft-Kommunikation	Siehe Air-Ground-Air-Communication.
M	
Mailbox	Elektronischer Briefkasten, der es dem Nutzer erlaubt, Nachrichten anderer Nutzer zu lesen oder ihnen zukommen zu lassen.
Maßstab	Gibt das Verkleinerungsverhältnis zwischen Abbild und Urbild an, d.h. zwischen Kartenstrecke und Naturstrecke. Je größer die Maßstabszahl, desto kleiner der Maßstab und desto generalisierter der Karteninhalt.
Mayday	Betriebswort zur Kennzeichnung eines Notrufs. Abgeleitet aus dem Französischen „aidez moi“ bzw. der Kurzform „m´aidez“, was übersetzt soviel bedeutet wie „helft mir“.
Meldeempfänger	Siehe Funkmeldeempfänger.
Mobile Basisstation	Mobile Basisstationen können bei einem kurzfristig auftretenden Mehrbedarf an Netzleistungen eingesetzt werden. Sie werden entweder über das Telefonnetz oder über festgelegte

	Zugangspunkte (höhere Datenübertragungsrate) mit dem Netz verbunden.
Mobile Country Code (MCC)	Kennzeichnung der Länder der Welt.
Mobile Network Code (MNC)	Kennzeichnung des jeweiligen Netzbetreibers. Innerhalb des TETRA-Netzes besteht der Code aus einer vierstelligen Nummer. Für Länder, die dem Schengener Abkommen beigetreten sind, sind innerhalb eines Landes die Ziffern 1000 bis 1100 vorgesehen.
Mobiler Landfunkdienst	Mobiler Funkdienst zwischen ortsfesten und mobilen Landfunkstellen oder zwischen mobilen Landfunkstellen. Jede Funkstelle wird dem Funkdienst zugeordnet, an dem sie ständig oder zeitweise teilnimmt.
Modulation	Vorgang, bei dem ein zu übertragendes Nutzsignal ein Trägersignal verändert und damit die Übertragung des Nutzsignals über das höherfrequente Trägersignal möglich wird. Siehe auch: Amplitudenmodulation, Demodulation, Frequenzmodulation und Phasenmodulation.
MRT	**M**obile **R**adio **T**erminal. Mobilfunkgeräte eignen sich für den Einsatz in Fahrzeugen und als ortsfeste Funkanlage in Leitstellen. Im Bereich der Fahrzeugfunkgeräte senden MRT mit einer Leistung von maximal 10 W. Die Geräte können im Digitalfunk sowohl als Repeater, als auch als Gateway eingesetzt werden.

Mobilfunkgerät	**Mobilfunkgerät**
Multiplexer	Gerät, das Daten- und/oder Sprachkanäle zusammenfasst und auf einer gemeinsam genutzten Leitung überträgt.
N	
Nachrichtenvordruck	Vordruck zur Übermittlung von Befehlen, Meldungen und Informationen innerhalb eines Führungsstabes zwischen den Stabsmitgliedern einerseits und der Fernmeldebetriebsstelle mit der Nachweisung andererseits. Der Vordruck besteht aus einem Deckblatt und drei farbigen Durchschlägen. Er wird deshalb auch 4-fach Vordruck genannt.
Nachweisung	Dokumentierende Stelle innerhalb einer Fernmeldebetriebsstelle.
Netzverwaltungszentrum	Siehe NMC.
Netzzugangspunkt	Bezeichnung für Netzanschlüsse des Festnetzes, über die Mobile Basisstationen an das BOS-Digitalfunknetz angebunden werden können.
NMC	**N**etwork **M**anagement **C**enter. Netzverwaltungszentrum.

	Dient der Überwachung und Steuerung des BOS-Digitalfunknetzes.
Normalkapazitätfunkzelle	Funkzelle mit mindestens sieben Frequenzträgern.
Notfallmeldung	Siehe Mayday.
Notruf	Leistungsmerkmal an Funkgeräten im Digitalfunk, dass ein Notfallsignal an alle Teilnehmer einer Gruppe und/oder definierte Teilnehmer sendet. Das Geräteverhalten (z.B. automatischer Sendebetrieb mit Priorität für eine definierte Zeiteinheit) ist abhängig von der Programmierung der Geräte.
Nutzereigenes Management	Gesamtheit der technisch-administrativen Funktionen und Einrichtungen des BOS-Digitalfunknetzes, die von berechtigten Nutzern, anstelle vom Netzmanagement, ausgeführt werden dürfen.
O	
Objektfunk	Siehe Gebäudefunkanlage.
Organisationskanal	Ein im TETRA-Funknetz genutzter Zeitschlitz zur Übertragung von Systemdaten und kleinvolumigen Datenpaketen, wie z.B. Kurzdatennachrichten. Dieser Kanal kann nicht für Sprachverbindungen genutzt werden. Eine Basisstation hält immer einen Organisationszeitschlitz vor. Das bedeutet, dass eine BS mit vier Kanälen (16 Zeitschlitze) 15 Zeitschlitze für die Übertragung von Sprache und größeren Datenpaketen zur Verfügung stellt, während eine BS mit zwei Kanälen (8 Zeitschlitzen) 7 Zeitschlitze für Sprache und Daten zur Verfügung stellt.
OPTA	**Op**erativ **T**aktische **A**dresse. Siehe Adresse, operativ-taktische.
P	
Pager	Siehe Funkmeldeempfänger.
PDV	**P**olizei **D**ienst**v**orschrift. Siehe DV 810.3.
Phasenmodulation	Modulationsverfahren im digitalen BOS-Funk, bei dem die gleichförmige Schwingung der Trägerwelle an der Stelle unterbrochen wird, wo ein Bit übertragen werden soll und ohnen messbaren zeitlichen Verzug in einer anderen Phase des Schwingungs-verlaufs fortgesetzt wird. 180 Grad - Phasendrehung
PIN	**P**ersonal **I**dentification **N**umber Persönliche Identifikations Nummer oder auch Geheimzahl, wobei der Code nicht nur aus Zahlen sondern auch aus Buchstaben bestehen kann.
Planzeiger	Hilfsmittel zum exakten Bestimmen von Koordinaten auf Karten.

PTT	**P**ush **T**o **T**alk. Synonym für die Sprechtaste an einem Funkgerät („Drücken, um zu sprechen").
PUK	**P**IN **U**nblocking **K**ey. Code, der der PIN übergeordnet ist und diese entsperren kann.
R	
Repeater	Siehe DMO-Repeater.
Registrierung	Prozedur im digitalen BOS-Funk, bei der sich das TETRA-Endgerät nach dem Einschalten im TETRA-Netz mit seiner Teilnehmernummer anmeldet oder auch den Wechsel zwischen zwei Funkzellen bekannt gibt. Durch die Registrierung kann nachverfolgt werden, in welchen Funkzellen sich Teilnehmer aufhalten.
Relaisfunkstelle (RS)	Relaisfunkstellen dienen der Reichweitenverlängerung in Funkverkehrskreisen. Sie empfangen in der Regel im Unterband und senden Nachrichten sofort im Oberband wieder aus. Man unterscheidet RS 1und RS 2. RS1 dienen der Weiterleitung von Funkgesprächen auf einem Kanal, während RS 2 Gespräche auf einen anderen Kanal überleiten. (Siehe auch Gleichwellenfun-

	knetz).
Relaisschaltung	Die durch unmodelierte oder modelierte Ausstrahlung bewirkte Durchschaltung vom Empfängerausgang zum Sendereingang derselben (RS 1), oder einer anderen (RS 2) Sprechfunkanlage. RS 3 gilt für den gestaffelten Eintonruf, RS 4 für das Mehrtonrufsystem.
S	
Schlüssel	Information in binärer Form, die für die Ent- bzw. Verschlüsselung benötigt wird.
Schnittstelle	Teil eines Systems, das dem Austausch von Informationen mit anderen Systemen dient. (Siehe auch: EA1 und EA2).
SDS	**S**hort **D**ata **S**ervice. Kurznachrichtendienst. Ähnlich der SMS in Mobilfunknetzen. Es können Informationen in Textform mit bis zu 140 Zeichen übermittelt werden. Die Übermittlung kann hierbei an einzelne Teilnehmer oder aber auch an Gruppen stattfinden.
Sendezeitbegrenzung	Zeitliche Begrenzung für die kontinuierliche Belegung eines Nutzkanals. Im Digitalfunk ist die Sendezeitbegrenzung individuell einstellbar und kann auch vollständig abgeschaltet werden. Im analogen BOS-Funk wird die Sendezeitbegrenzung an den Relaisfunkstellen fest vorgegeben.

Semi-Duplex	Siehe bedingtes Gegensprechen.
SIM-Karte	**S**ubscriber **I**dentification **M**odule. Dient der Identifizierung eines Teilnehmers. Im BOS-Digitalfunknetz ist dies die BOS-Digital-Sicherheitskarte.
Simplex	Betriebsart, bei der die Übertragung abwechselnd in beide Richtungen einer Telekommunikationsverbindung ermöglicht wird. In der Regel wird für diese Betriebsart nur eine Frequenz benutzt.
Skizzen im Fernmeldedienst	Fernmeldeskizze taktisch Fernmeldeskizze technisch
T	
TB	**T**ETRA-**B**asisstation. Siehe Basisstation.
TDMA	**T**ime **D**ivision **M**ultiple **A**ccess. Um in einem Funknetz möglichst viele Teilnehmer bedienen zu können, werden die Frequenzen nur für die Dauer eines Gesprächs zugeteilt. Im TETRA-Netz wird dies mit dem Kanalzugriffsverfahren Zeitmultiplex (TDMA) sichergestellt. Ein Frequenzkanal wird dabei in 4 Zeitschlitze eingeteilt. Jeder Zeitschlitz entspricht einem Übertragungskanal in dem für die Zeitdauer, die dem Zeitschlitz zugeordnet ist, die volle Bandbreite des Frequenzkanals zur Verfügung steht.
Teilnehmer	Aktiver Nutzer, der sendend und/oder empfangend im netzgebundenen Betrieb und/oder im Direktbetrieb Kommunikationsdienste im digitalen BOS-Funk nutzt. Ein Teilnehmer wird eindeutig durch ein personalisiertes Endgerät, bezogen auf seine Funktion, identifiziert. Wenn ein Nutzer zwei verschiedene Endgeräte verwendet, stellt er aus Sicht des Netzes zwei verschiedene Teilnehmer mit verschiedenen technischen Adressen dar.
TEI	**T**ETRA **E**quipement **I**dentity. Individuelle Geräteadresse von Endgeräten im digitalen BOS-Funk.
Telefonie	Telefonie beschreibt die Kommunikation von Teilnehmern des BOS-Digitalfunknetzes mit Teilnehmern in Telefonnetzen. Nicht zu verwechseln mit der Betriebsart Duplex, die Telefonie-ähnlich ist.
TETRA 25	**Te**rrestrial **T**runked **Ra**dio 25 ist ein Standard für den digitalen Bündelfunk mit einem Trägerfrequenzabstand von 25 kHz.
Timeslot (TS)	Siehe Zeitschlitz.
TKG	**Tele**k**ommunikations** **G**esetz.
TMO	**T**runked **M**ode **O**peration. Netzbetrieb. Betriebsart im digitalen BOS-Funk, bei der das Endgerät im Netz angemeldet und erreichbar ist.
Tonruf	Tonrufe werden in älteren Relaisfunkstellen als Hochtastkriterium verwendet. Um das Relais anzusteuern, wird von einem Funkgerät ein hörbares Tonsignal gesendet. Im analogen

	BOS-Funk stehen zwei Tonsignale zur Verfügung (Tonruf I und II), die zusätzlich durch die Sendedauer (< 2s oder > 2s) von der Relaisfunkstelle unterschieden werden können.
Trägerfrequenz	Sinusschwingung einer bestimmten Frequenz, die für die Übertragung von Sprache und Daten moduliert werden kann.
TRK	**Tr**ac**k** (Kompasskurs). Richtungsangabe bei der Verwendung eines GPS. Der Track zeigt die Richtung an, in die man sich tatsächlich bewegt.
Trust Center	Stelle des Schlüsselmanagementsystems, die vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) betrieben wird.
U	
Überleiteinrichtung	Einrichtung, die die Überleitung von Funkgesprächen aus einem Funknetz in eine leitergebundene Tk-Anlage oder umgekehrt ermöglicht.
Uplink	Funkübertragungsstrecke zwischen einem sendenden Endgerät und einer empfangenden Basisstation.
UTM	**U**niversal **T**ransverse **M**ercator Weltweit angewendetes, Koordinatensystem. Das System verwendet als Projektionsart die Mercator Projektion. Die zweidimensional abgebildeten Flächen werden in Bänder und Zonen eingeteilt, die die sogenannten Zonenfelder bilden. Deutschland befindet sich dabei größtenteils in den Zonenfeldern 32U und 33U.
UTM-REF	Koordinaten werden zusätzlich zum Zonenfeld mit einem Hochwert (N für Nord) und einem Rechtswert (E für East/Ost) angegeben. Beispiel: 32 E=365720 N=5621766 Referenzsystem, dass die Zonenfelder des UTM-Gitters zusätzlich in 100 km Quadrate unterteilt, die jeweils mit Buchstabenpaaren gekennzeichnet sind. Darüber hinaus haben topografische Karten ein Gitter mit 1 km Quadraten. UTM-REF Koordinaten werden deshalb nicht mehr mit N und E bezeichnet, sondern anhand des Zonenfeldes, der 100 km Quadrat Bezeichnung und des darin befindlichen 1 km Quadrates. Beispiel: 32U MC 4711
V	
Verkehrsart	Verfahren des Nachrichtenaustausches, das von den technischen Möglichkeiten abhängig ist. In Funknetzen für Daten und Sprache sind die Verkehrsarten Simplex, Duplex und Semi-Duplex zugelassen.

Vermittlungsstelle	Siehe DXTip.
Verschlüsselung	Siehe Kryptologie.
Vollduplexbetrieb	Siehe Duplex.
Vorrangstufen	Nachrichten werden nach ihrer Wichtigkeit in Vorrangstufen eingeteilt: - einfache Nachrichten (Einfach) - dringende Nachrichten (Sofort) - sehr dringende Nachrichten (Blitz). Siehe auch Blitz-Nachricht und May-day.
W	
Wechselsprechen	Siehe Simplex.
WGS84	Ist die Grundlage des GPS-Systems; World Geodetic System 1984
Z	
Zeitschlitz	Zeitschlitz mit einer Dauer von ca. 14 Millisekunden zur Übertragung von digitalisierter Sprache und/oder Daten.
Zugangspunkt	Siehe Netzzugangspunkt.

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis

[1] AEG-TELEFUNKEN-Handbücher, *Funksysteme für Sicherheitsbehörden*, Elitera-Verlag, Berlin 1974

[2] ARDINI UAG Schulung, Glossar Digitalfunk TETRA 25

[3] Ausschusses für Informations- und Kommunikationswesen des Arbeitskreises V der Ständigen Konferenz der Innenminister und Senatoren der Länder, *Richtlinie für die operativ-taktische-Adresse im Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben*, 2009

[4] Biedermann, Benjamin, *Facharbeit aus der Mathematik „Global Positioning System (GPS*)“, 2000

[5] Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, Glossar, Version 1, 2007

[6] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 48, *Erstes Gesetz zur Änderung des Gesetzes über die Errichtung einer Bundesanstalt für den Digitalfunk der BOS*, Juli 2009

[7] Bundesministerium des Innern, *BOS-Funkrichtlinie*, September 2009

[8] Deutsches Rotes Kreuz, *Ausbildungsdatei „Digitalfunk*“

[9] Eser, Hans-Peter, IdF NRW, *Lernunterlage 23-021, TETRA-25-Netz der deutschen BOS*

[10] Eser, H.P., Institut der Feuerwehr NRW, Lernunterlage 1.2/18, *Der Nachrichtenvordruck im Stab*, Münster, 2000

[11] Eulig, Nils, THW OV Northeim, *BOS-Sprechfunk Ausbildungsunterlage für die Bereichsausbildung „Sprechfunker THW“,* 2009

[12] Geisel, Heinz-Otto, Die Roten Hefte, *Feuerwehr Sprechfunk*, 6. Auflage 1997

[13] Geisel, Heinz-Otto, *Feuerwehr-Sprechfunk*, 6. Auflage, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1997

[14] Gerletzki, D., „BOS-Digitalfunk Glossar“, 2006

[15] Hartel, Peter; Merzbach, Georg, Die Roten Hefte, *Digitalfunk*, 1. Auflage 2008

[16] Hornfeck, Hans-G., *Rufnamen im Digitalfunk*

[17] Institut der Feuerwehr NRW, *Arbeitsblatt Führungssystem* F/B V-I, L3-II

[18] Innenministerium NRW, *Erlass über Funkrufnamen*, *V D 4-4.429-31-n.v* vom 3.4.2001.

[19] Jäckle, Edda; Zündorf, Johannes, IdF NRW, *Lernunterlage 12-221, Einsatzplanung und Vorbereitung*, 2007

[20] Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg, *Informationsschriften Brandhilfe*, Bruchsal, 2008

[21] Landesfeuerwehrverband NRW e.V., *Lehrblätter für die Ausbildung nach FwDV 2/2, Sprechfunker*, 2002

[22] Linde, Christof, *Aufbau und Technik des digitalen BOS-Funks*, Franzis Verlag, 2008

[23] Rosemeyer, F.W., *Handbuch über den UKW-Sprechfunk bei den Sicherheitsdiensten*, Carl Heymanns Verlag KG, 2. Auflage, 1979

[24] Staatliche Feuerwehrschule Würzburg, Ausbilderleitfaden für die Feuerwehren Bayerns *„Sprechfunker-SF*“, 2002

[25] Schott, L; Ritter, M., *Feuerwehrgrundlehrgang FwDV 2/2*, 10. Auflage, 1997

[26] Sepura, *Benutzeranleitung STP8000*

[27] Sonnde/Hoekstein*, Einstieg in die digitalen Modulationsverfahren,* Franzis-Verlag, München, 1992

[28] Unterausschuss Führungs- und Einsatzmittel des Arbeitskreises II und Ausschuss IuK des Arbeitskreises V der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Länder, Technische Richtlinien: *Funkmeldesystem (1999), Mobilfunkgeräte FuG 8a-1, FuG 8b-1, FuG 8b-2, FuG 8c (1993), Mobilfunkgeräte FuG 9b, FuG 9c (1993), Handfunkgeräte FuG 10b, FuG 13b, Handfungeraät FuG 11b*

[29] Zündorf, Johannes, Institut der Feuerwehr NRW, Lernunterlage 12-139, *Einführung in das Taktische Arbeitsbaltt,* Münster 2008

Stichwortverzeichnis

4

5

A

B

C

D

E

F

G

H

S

T